

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-335375

(P2002-335375A)

(43)公開日 平成14年11月22日 (2002.11.22)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
H 04 N 1/028  
G 02 B 17/00  
17/08  
H 04 N 1/04

識別記号

F I  
H 04 N 1/028  
G 02 B 17/00  
17/08  
H 04 N 1/04

テ-マコート<sup>\*</sup> (参考)  
Z 2 H 0 8 7  
C 5 C 0 5 1  
A 5 C 0 7 2  
A  
1 0 2

審査請求 未請求 請求項の数34 O L (全 33 頁) 最終頁に統ぐ

(21)出願番号 特願2002-41632(P2002-41632)  
(22)出願日 平成14年2月19日 (2002.2.19)  
(31)優先権主張番号 特願2001-60353(P2001-60353)  
(32)優先日 平成13年3月5日 (2001.3.5)  
(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000001007  
キヤノン株式会社  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
(72)発明者 藤林 和夫  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内  
(72)発明者 栗木 伸之  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内  
(74)代理人 100090538  
弁理士 西山 恵三 (外1名)

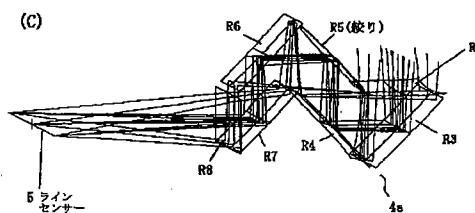
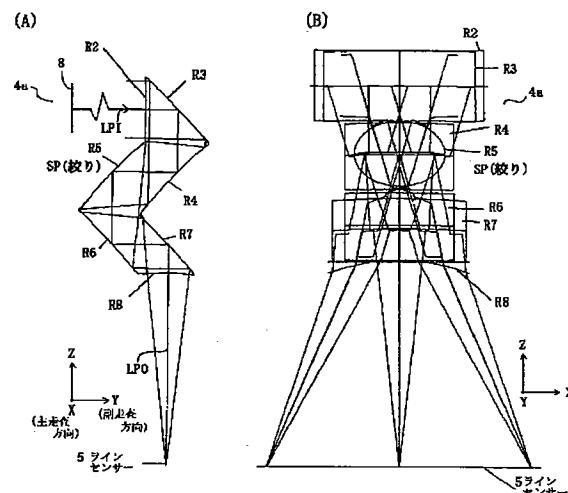
最終頁に統ぐ

(54)【発明の名称】 画像読み取り結像光学系及びそれを用いた画像読み取装置

(57)【要約】

【課題】 カラー原稿を含む原稿の装置全体の小型化を図りつつ原稿面上の画像情報を良好に読み取ることができる原稿読み取り結像光学系及びそれを用いた画像読み取装置を得ること。

【解決手段】 画像情報をラインセンサー上に結像させて、該画像情報を読み取る為の画像読み取り結像光学系であって、該画像読み取り結像光学系は基準軸光線の入射方向と射出方向が異なりかつ曲率を有する複数のオフアキシャル反射面を含む結像光学素子を有していること。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像情報をラインセンサー上に結像させて、該画像情報を読み取る為の画像読み取り結像光学系であって、該画像読み取り結像光学系は基準軸光線の入射方向と射出方向が異なりかつ曲率を有する複数のオフアキシャル反射面を含む結像光学素子を有していることを特徴とする画像読み取り結像光学系。

【請求項2】 前記結像光学素子は基準軸光線の入射方向に対し射出方向をほぼ垂直あるいは反対方向に変える機能を有することを特徴とする請求項1の画像読み取り結像光学系。

【請求項3】 前記結像光学素子は少なくとも1組の交差する反射面を含む複数のオフアキシャル反射面から成り、かつ交差するオフアキシャル反射面の間に絞りを有していることを特徴とする請求項1又は2の画像読み取り結像光学系。

【請求項4】 原稿を載置する原稿台と、結像光学素子と、ラインセンサーと、を有し、原稿面上の画像情報を結像光学素子でラインセンサーに結像し、該ラインセンサーで読み取る画像読み取り装置において、前記結像光学素子は基準軸光線の入射方向と射出方向が異なりかつ曲率を有する複数のオフアキシャル反射面を有することを特徴とする画像読み取り装置。

【請求項5】 前記結像光学素子の各オフアキシャル反射面における基準軸光線の折り曲げ方向は前記ラインセンサーのライン方向と垂直の断面内であることを特徴とする請求項4の画像読み取り装置。

【請求項6】 前記結像光学素子から射出する基準軸光線の方向は前記結像光学素子に入射する基準軸光線の方向と異なることを特徴とする請求項5の画像読み取り装置。

【請求項7】 前記結像光学素子から射出する基準軸光線の方向は前記結像光学素子に入射する基準軸光線の方向とほぼ直交することを特徴とする請求項6の画像読み取り装置。

【請求項8】 前記結像光学素子から射出する基準軸光線の方向は前記結像光学素子に入射する基準軸光線の方向とほぼ同方向であることを特徴とする請求項5の画像読み取り装置。

【請求項9】 前記結像光学素子に入射する基準軸光線の方向と前記結像光学素子から射出する基準軸光線の方向はほぼ反対方向であることを特徴とする請求項6の画像読み取り装置。

【請求項10】 前記画像情報は前記結像光学素子内では中間結像せずにラインセンサー上に直接形成されることを特徴とする請求項4の画像読み取り装置。

【請求項11】 前記結像光学素子は、光入射面と光射出面との間の光路中の略中央近傍に絞りを有することを特徴とする請求項10の画像読み取り装置。

【請求項12】 前記絞りは前記結像光学素子の光入射面と光射出面との間の光路中の略中央近傍に位置するオ

ファキシャル反射面の有効面により形成されるものであることを特徴とする請求項11の画像読み取り装置。

【請求項13】 前記結像光学素子を構成する内部の媒質は空気であることを特徴とする請求項4の画像読み取り装置。

【請求項14】 前記結像光学素子を構成する内部の媒質は光学的に透明なガラスあるいはプラスチックであることを特徴とする請求項4の画像読み取り装置。

【請求項15】 基準軸光線を反時計回り方向に偏向させるオフアキシャル反射面をプラス偏向面、基準軸光線を時計回り方向に偏向させるオフアキシャル反射面をマイナス偏向面と定義するとき、前記結像光学素子はプラス偏向面が連続する構成を少なくとも1組またはマイナス偏向面が連続する構成を少なくとも1組有することを特徴とする請求項5の画像読み取り装置。

【請求項16】 基準軸光線を反時計回り方向に偏向させるオフアキシャル反射面をプラス偏向面、基準軸光線を時計回り方向に偏向させるオフアキシャル反射面をマイナス偏向面と定義するとき、前記結像光学素子はプラス偏向面が連続する構成及びマイナス偏向面が連続する構成を少なくとも1組有ずつ有することを特徴とする請求項5の画像読み取り装置。

【請求項17】 前記結像光学素子は6面のオフアキシャル反射面から構成され、基準軸光線を反時計回り方向に偏向させるオフアキシャル反射面をプラス偏向面、基準軸光線を時計回りに偏向させるオフアキシャル反射面をマイナス偏向面と定義するとき、前記結像光学素子はプラス偏向面とマイナス偏向面をそれぞれ同数有し、最も射出側のオフアキシャル反射面は最も入射側のオフアキシャル反射面に対し入射基準軸において原稿面側に配置することを特徴とする請求項5の画像読み取り装置。

【請求項18】 前記プラス偏向面とマイナス偏向面は絞りに対して逆偏向面となるように配置されることを特徴とする請求項17の画像読み取り装置。

【請求項19】 前記結像光学素子の最も入射側のオフアキシャル反射面は収斂作用有するように構成したことを特徴とする請求項17の画像読み取り装置。

【請求項20】 前記結像光学素子の少なくとも1面は赤外光をカットする特性を有することを特徴とする請求項17の画像読み取り装置。

【請求項21】 前記結像光学素子は原稿面に沿って前記反射ミラーと筐体内で並列に配置されていることを特徴とする請求項17の画像読み取り装置。

【請求項22】 前記光学結像素子の射出面におけるラインセンサーのライン方向と垂直な方向の有効光束巾を $\phi s$ 、ラインセンサーのライン方向の有効光束巾 $\phi m$ とした時、

$$\phi s < \phi m$$

の条件を満足することを特徴とする請求項4の画像読み取り装置。

【請求項23】 原稿を載置する原稿台と、結像光学素子と、ラインセンサーと、を有し、原稿面上の画像情報を結像光学素子でラインセンサーに結像し、該ラインセンサーで読み取る画像読取装置において、基準軸光線を複数回反射させる反射ミラーと結像光学素子を有し、前記結像光学素子は基準軸光線の入射方向に対し射出方向をほぼ垂直あるいは反対方向に変える機能を有することを特徴とする画像読取装置。

【請求項24】 前記結像光学素子は基準軸光線の入射方向と射出方向が異なりかつ曲率を有する複数のオファキシャル反射面を有することを特徴とする請求項23の画像読取装置。

【請求項25】 前記結像光学素子は各オファキシャル反射面における基準軸光線の折り曲げ方向が前記ラインセンサーのライン方向と垂直の断面内であることを特徴とする請求項24の画像読取装置。

【請求項26】 前記反射ミラーを少なくとも2枚有することを特徴とする請求項24の画像読取装置。

【請求項27】 前記結像光学素子は前記反射ミラーに対し前記原稿面の反対側に配置されていることを特徴とする請求項24の画像読取装置。

【請求項28】 前記結像光学素子は前記原稿面に沿って前記反射ミラーと筐体内で並列に配置されていることを特徴とする請求項24の画像読取装置。

【請求項29】 原稿を載置する原稿台と、結像光学素子と、ラインセンサーと、を有し、原稿面上の画像情報を結像光学素子でラインセンサーに結像し、該ラインセンサーで読み取る画像読取装置において、前記結像光学素子は少なくとも1組の交差する反射面を含む複数のオファキシャル反射面を含み、かつ交差するオファキシャル反射面の間に絞りを有していることを特徴とする画像読取装置。

【請求項30】 前記結像光学素子は各オファキシャル反射面における基準軸光線の折り曲げ方向が前記ラインセンサーのライン方向に垂直の断面内であることを特徴とする請求項29の画像読取装置。

【請求項31】 前記結像光学素子内の絞りは結像光学素子の光入射面と光射出面との間の光路中の略中央付近に配置されていることを特徴とする請求項30の画像読取装置。

【請求項32】 前記絞りはラインセンサーのライン方向に垂直の断面内の開口巾とラインに平行方向の開口巾とが異なることを特徴とする請求項30の画像読取装置。

【請求項33】 前記絞りは近接するオファキシャル反射面と一体的に構成されていることを特徴とする請求項32の画像読取装置。

【請求項34】 前記画像情報はカラー画像であることを見出す請求項4から33のいずれか1項記載の画像読取装置。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は原稿読み取り結像光学素子及びそれを用いた画像読取装置に関し、特に各種収差がバランスよく補正され、高解像力を有する小型の結像光学素子を用いたイメージスキャナーやデジタル複写機やファクシミリ等のラインセンサーを用いたモノクロ画像やカラー画像を読み取る際に好適なものである。

#### 【0002】

10 【従来の技術】従来より、原稿面上の画像情報を読み取る画像読取装置（イメージスキャナー）として、フラットベッド型のイメージスキャナーが例えば特開平3-113961号公報で提案されている。

【0003】フラットベッド型のイメージスキャナーは結像レンズとラインセンサーを固定し、反射ミラーのみを移動させることによって原稿面をスリット露光走査して、画像情報を読み取っている。

【0004】近年、装置の構造の簡略化をはかるためミラー、結像レンズ、ラインセンサー等を一体化して原稿面を走査するキャリッジ一体型走査方式が採用される場合が多くなってきた。

【0005】図32は従来のキャリッジ一体型走査方式の画像読取装置の要部概略図を示す。同図において、照明光源1から放射された光束は直接原稿台2に載置した原稿8を照明し、該原稿8からの反射光束を順に第1、第2、第3反射ミラー3a、3b、3cを介してキャリッジ6内部でその光路を折り曲げ、結像レンズ（結像光学系）4によりラインセンサー5面上に結像させている。そしてキャリッジ6を副走査モーター7により図32に示す矢印A方向（副走査方向）に移動させることにより原稿8の画像情報を読み取っている。同図におけるラインセンサー5は複数の受光素子を1次元方向（主走査方向）に配列して構成により成っている。

【0006】図33は図32の画像読み取り光学系の基本構成の説明図である。

【0007】図中4は結像光学系、5R、5G、5Bは各々ラインセンサー5のR（赤色）、G（緑色）、B（青色）の各色を読み取るラインセンサー、8R、8G、8Bはラインセンサー5R、5G、5Bに対応する

40 原稿面上の読み取り範囲である。図32に示す画像読取装置では静止している原稿面をキャリッジ6が走査しているが、キャリッジ走査は図33のようにラインセンサー5及び結像レンズ4が静止していて原稿面8が移動することと等価である。原稿面を走査することによってある時間間隔をおいて同一箇所を異なる色で読み取ることができる。前記構成において結像レンズ4が通常の屈折系からなる場合には軸上色収差や倍率色収差が発生するので基準のラインセンサー5Gに対しラインセンサー5B、5Rに結像されるライン像にデフォーカスあるいは位置ズレが発生する。したがって各色画像を重ね合せて

再現した時に色ニジミやズレの目立つ画像になる。すなわち高開口、高解像度の性能が要求される場合には要求に対応できなくなる。

【0008】一方最近、非共軸光学系においても、基準軸という概念を導入し構成面を非対称非球面にすることで、十分収差が補正された光学系が構築可能であることが明らかになってきた。例えば特開平9-5650号公報にその設計法が、特開平8-292371号公報、特開平8-292372号公報にその設計例が示されている。

【0009】こうした非共軸光学系はオファキシャル光学系（像中心と瞳中心を通る光線に沿った基準軸を考えた時、構成面の基準軸との交点における面法線が基準軸上にない曲面（オファキシャル曲面）を含む光学系として定義される光学系で、この時、基準軸は折れ曲がった形状となる）と呼ばれる。このオファキシャル光学系は、構成面が一般には非共軸となり、反射面でもケラレが生じることがないため、反射面を使った光学系の構築がしやすい。また、光路の引き回しが比較的自由に行なえる、構成面を一体形成する手法で一体型の光学系を作りやすいという特徴をも持っている。

#### 【0010】

【発明が解決しようとする課題】一方、デジタル複写機等の原稿読み取り系は高解像度、高速性が要求されるため一体型光学系で構成するにいたっていない。読み取り系に要求される結像レンズは明るくかつ高解像度を必要とするので光学性能を確保するには画角を大きくするのが難しい。画角が狭いとその結果光路長が長くなる。

【0011】一方、カラー画像の読み取りを行う場合には高解像度になるにしたがい色収差による色毎の結像位置差、画面内の色ズレ等の色収差が光学性能に悪影響を与える。

【0012】本発明は高速性、高解像度が要求されるデジタル複写機など原稿読み取り系において、キャリッジ一体型走査方式が容易に実現することができる原稿読み取り結像光学系及びそれを用いた画像読み取り装置の提供を目的とする。

【0013】この他本発明はデジタルカラー画像の読み取りにおいて、色収差がなくかつキャリッジ一体型走査方式が容易に実現することができる原稿読み取り結像光学系及びそれを用いた画像読み取り装置の提供を目的とする。

【0014】又、一般的に結像光学素子としてオファキシャル反射面を用いた場合結像光束が遮光されないように基準軸光線は各オファキシャル反射面に斜めに入射かつ反射するので本来非対称収差が発生する構成である。

【0015】本発明は結像光学系をオファキシャル反射面で構成しても非対称収差の発生が少なく光学性能が大きく劣化しない原稿読み取り結像光学系及びそれを用いた画像読み取り装置の提供を目的とする。

#### 【0016】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明の画像読み取り結像光学系は、画像情報をラインセンサー上に結像させて、該画像情報を読み取る為の画像読み取りレンズであって、該画像読み取り結像光学系は基準軸光線の入射方向と射出方向が異なりかつ曲率を有する複数のオファキシャル反射面を含む結像光学素子を有していることを特徴としている。

10 【0017】請求項2の発明は請求項1の発明において、前記結像光学素子は基準軸光線の入射方向に対し射出方向をほぼ垂直あるいは反対方向に変える機能を有することを特徴としている。

【0018】請求項3の発明は請求項1又は2の発明において、前記結像光学素子は少なくとも1組の交差する反射面を含む複数のオファキシャル反射面から成り、かつ交差するオファキシャル反射面の間に絞りを有していることを特徴としている。

20 【0019】請求項4の発明の画像読み取り装置は、原稿を載置する原稿台と、結像光学素子と、ラインセンサーと、を有し、原稿面上の画像情報を結像光学素子でラインセンサーに結像し、該ラインセンサーで読み取る画像読み取り装置において、前記結像光学素子は基準軸光線の入射方向と射出方向が異なりかつ曲率を有する複数のオファキシャル反射面を有することを特徴としている。

【0020】請求項5の発明は請求項4の発明において、前記結像光学素子の各オファキシャル反射面における基準軸光線の折り曲げ方向は前記ラインセンサーのライン方向と垂直の断面内であることを特徴としている。

30 【0021】請求項6の発明は請求項5の発明において、前記結像光学素子から射出する基準軸光線の方向は前記結像光学素子に入射する基準軸光線の方向と異なることを特徴としている。

【0022】請求項7の発明は請求項6の発明において、前記結像光学素子から射出する基準軸光線の方向は前記結像光学素子に入射する基準軸光線の方向とほぼ直交することを特徴としている。

40 【0023】請求項8の発明は請求項5の発明において、前記結像光学素子から射出する基準軸光線の方向は前記結像光学素子に入射する基準軸光線の方向とほぼ同方向であることを特徴としている。

【0024】請求項9の発明は請求項6の発明において、前記結像光学素子から入射する基準軸光線の方向と前記結像光学素子から射出する基準軸光線の方向はほぼ反対方向であることを特徴としている。

【0025】請求項10の発明は請求項4の発明において、前記画像情報は前記結像光学素子内では中間結像せずにラインセンサー上に直接形成されることを特徴としている。

50 【0026】請求項11の発明は請求項10の発明において、前記結像光学素子は、光入射面と光射出面との間

の光路中の略中央近傍に絞りを有することを特徴としている。

【0027】請求項12の発明は請求項11の発明において、前記絞りは前記結像光学素子の光入射面と光射出面との間の光路中の略中央近傍に位置するオファキシャル反射面の有効面により形成されるものであることを特徴としている。

【0028】請求項13の発明は請求項4の発明において、前記結像光学素子を構成する内部の媒質は空気であることを特徴としている。

【0029】請求項14の発明は請求項4の発明において、前記結像光学素子を構成する内部の媒質は光学的に透明なガラスあるいはプラスチックであることを特徴としている。

【0030】請求項15の発明は請求項5の発明において、基準軸光線を反時計回り方向に偏向させるオファキシャル反射面をプラス偏向面、基準軸光線を時計回り方向に偏向させるオファキシャル反射面をマイナス偏向面と定義するとき、前記結像光学素子はプラス偏向面が連続する構成を少なくとも1組またはマイナス偏向面が連続する構成を少なくとも1組有することを特徴としている。

【0031】請求項16の発明は請求項5の発明において、基準軸光線を反時計回り方向に偏向させるオファキシャル反射面をプラス偏向面、基準軸光線を時計回り方向に偏向させるオファキシャル反射面をマイナス偏向面と定義するとき、前記結像光学素子はプラス偏向面が連続する構成及びマイナス偏向面が連続する構成を少なくとも1組ずつ有することを特徴としている。

【0032】請求項17の発明は請求項5の発明において、前記結像光学素子は6面のオファキシャル反射面から構成され、基準軸光線を反時計回り方向に偏向させるオファキシャル反射面をプラス偏向面、基準軸光線を時計回りに偏向させるオファキシャル反射面をマイナス偏向面と定義するとき、前記結像光学素子はプラス偏向面とマイナス偏向面をそれぞれ同数有し、最も射出側のオファキシャル反射面は最も入射側のオファキシャル反射面に対し入射基準軸において原稿面側に配置することを特徴としている。

【0033】請求項18の発明は請求項17の発明において、前記プラス偏向面とマイナス偏向面は絞りに対して逆偏向面となるように配置されることを特徴としている。

【0034】請求項19の発明は請求項17の発明において、前記結像光学素子の最も入射側のオファキシャル反射面は収斂作用有するように構成したことを特徴としている。

【0035】請求項20の発明は請求項17の発明において、前記結像光学素子の少なくとも1面は赤外光をカットする特性を有することを特徴としている。

【0036】請求項21の発明は請求項17の発明において、前記結像光学素子は原稿面に沿って前記反射ミラーと筐体内で並列に配置されていることを特徴としている。

【0037】請求項22の発明は請求項4の発明において、前記光学結像素子の射出面におけるラインセンサーのライン方向と垂直な方向の有効光束巾 $\phi s$ 、ラインセンサーのライン方向の有効光束巾 $\phi m$ とした時、 $\phi s < \phi m$ の条件を満足することを特徴としている。

10 【0038】請求項23の発明は画像読取装置は、原稿を載置する原稿台と、結像光学素子と、ラインセンサーと、を有し、原稿面上の画像情報を結像光学素子でラインセンサーに結像し、該ラインセンサーで読み取る画像読取装置において、基準軸光線を複数回反射させる反射ミラーと結像光学素子を有し、前記結像光学素子は基準軸光線の入射方向に対し射出方向をほぼ垂直あるいは反対方向に変える機能を有することを特徴としている。

【0039】請求項24の発明は請求項23の発明において、前記結像光学素子は基準軸光線の入射方向と射出方向が異なりかつ曲率を有する複数のオファキシャル反射面を有することを特徴としている。

【0040】請求項25の発明は請求項24の発明において、前記結像光学素子は各オファキシャル反射面における基準軸光線の折り曲げ方向が前記ラインセンサーのライン方向と垂直の断面内であることを特徴としている。

【0041】請求項26の発明は請求項24の発明において、前記反射ミラーを少なくとも2枚有することを特徴としている。

30 【0042】請求項27の発明は請求項24の発明において、前記結像光学素子は前記反射ミラーに対し前記原稿面の反対側に配置されていることを特徴としている。

【0043】請求項28の発明は請求項24の発明において、前記結像光学素子は前記原稿面に沿って前記反射ミラーと筐体内で並列に配置されていることを特徴としている。

【0044】請求項29の発明の画像読取装置は、原稿を載置する原稿台と、結像光学素子と、ラインセンサーと、を有し、原稿面上の画像情報を結像光学素子でラインセンサーに結像し、該ラインセンサーで読み取る画像読取装置において、前記結像光学素子は少なくとも1組の交差する反射面を含む複数のオファキシャル反射面を含み、かつ交差するオファキシャル反射面の間に絞りを有していることを特徴としている。

【0045】請求項30の発明は請求項29の発明において、前記結像光学素子は各オファキシャル反射面における基準軸光線の折り曲げ方向が前記ラインセンサーのライン方向に垂直の断面内であることを特徴としている。

50 【0046】請求項31の発明は請求項30の発明にお

いて、前記結像光学素子内の絞りは結像光学素子の光入射面と光射出面との間の光路中の略中央付近に配置されていることを特徴としている。

【0047】請求項32の発明は請求項30の発明において、前記絞りはラインセンサーのライン方向に垂直な断面内の開口巾とラインに平行方向の開口巾とが異なることを特徴としている。

【0048】請求項33の発明は請求項32の発明において、前記絞りは近接するオファキシャル反射面と一体的に構成されていることを特徴としている。

【0049】請求項34の発明は請求項4から33のいずれか1項の発明において、前記画像情報はカラー画像であることを特徴としている。

【0050】

【発明の実施の形態】図1は本発明の画像読み取り装置に用いる画像読み取り結像光学系の実施形態1の説明図である。

【0051】図1(A)は副走査断面図、図1(B)は主走査断面図、図1(C)は要部斜視図である。

【0052】図2は図1の画像読み取り結像光学系を一体型走査光学系の画像読み取り装置に適用したときの要部概略図である。

【0053】以下図面を用いて本発明の実施形態の詳細を説明する。

【0054】本発明の画像読み取り装置の結像光学系(画像読み取り結像光学系)は、主に曲率を有する複数のオファキシャル反射面を含む結像光学素子を利用して、光路長が短くかつ基本的に色収差の発生が少ないように構成している。画像読み取り結像光学系はこの他、レンズやミラー等を有する場合もある。図1において結像光学素子4aは内部媒質が光学樹脂で基準軸光線の入射光線LP1の方向と射出光線LP0の方向が異なり、かつ曲率を有するオファキシャル反射面を5面(R3～R7)有し、原稿面8上の画像をラインセンサー5に結像する機能を有している。各オファキシャル反射面は前記ラインセンサー5のセンサーが配列されている方向(X方向)のラインと垂直な方向(Y方向)の断面すなわち副走査断面(YZ断面)内で光路を折り曲げる構成をとっている。

【0055】また基準軸光線を反時計回り方向に偏向させるオファキシャル反射面をプラス偏向面、基準軸光線を時計回り方向に偏向させるオファキシャル反射面をマイナス偏向面と定義している。このとき、図1の結像光学素子4aは原稿面8側から順に面R3はプラス、面R4はプラス、面R5はマイナス、面R6はマイナス、面R7はプラスの偏向面の配列となっている。

【0056】その結果、射出面R8より、射出する基準軸光線LP0の方向は入射する基準軸光線LP1の方向に対しほぼ直角に射出される。偏向面の配列をプラス偏向面が連続させた後にマイナス偏向面が連続させること

によって入射光線に対し光路がほぼ直交方向に進むことになるので、結像光学素子4aは空間的に効率よい配置をとることができる。

【0057】図1(A)はラインセンサー5のライン方向(X方向)に垂直な断面すなわち副走査断面、図1(B)はラインセンサー5のライン方向に平行な断面すなわち主走査断面(XZ断面)の光路を示している。また図1(C)は前記結像光学素子4aの光路の斜視図を示している。

10 【0058】図1(A)、(B)からわかるように主走査断面では絞り面SPから離れるほど光束巾が広がっていくが、副走査断面では光束巾は各面によらずほとんど変化しない。すなわち結像光学素子4aの射出面R8におけるラインセンサー5のライン方向(X方向)と垂直方向すなわち副走査方向(Y方向)の有効光束巾φs、ラインセンサー5のライン方向すなわち主走査方向(X方向)の有効光束巾φmとした時、次の条件が満足される。

【0059】 $\phi s < \phi m$

20 したがって、画像読み取り装置をコンパクトに構成するためには光路を副走査断面で折り曲げる方がよい。この光路の折り曲げによりキャリッジ一体型走査光学系に適した構成をとることができる。実施形態1において各オファキシャル反射面の収束力は正の収束力と負の収束力が交互に配列されるように構成して良好な結像性能が得られるようしている。

【0060】反射面同士の構成では互いに光路を遮らないように構成するには各面同士の間隔をある程度おおきくとらざるを得ない。したがって近くに異なる特性の面を配置して収差を補正するのがよい。そのため収束力の配置は交互に正、負が配列するのがよい。

30 【0061】実施形態1では原稿面の像は結像光学素子4a内において中間結像せず、結像光学素子4aを射出した後に直接ラインセンサー5上に結像するように構成している。これによって各オファキシャル反射面の曲率が緩くできるので各反射面で発生する収差を抑えやすくなる。結像光学素子4a内で中間結像しない構成のため、ラインセンサー5のライン方向(X方向)では絞りSPから離れるほど光束は広がる。実施形態1では絞りSPを結像光学素子4aの光路中の中央付近にあるオファキシャル反射面に設定して主走査方向において結像光学素子4aの入射面R2と射出面R8の有効光束が大きくならないようにしている。これも結像光学素子4aのコンパクトな構成に寄与する。

40 【0062】以上な構成とした上でオファキシャル反射面を自由曲面として所望の光学性能を確保している。また実施形態1においては入射面R2と射出面が屈折面R8のため色収差を発生させる要因となる。そこで両面とも自由曲面として色収差の発生を抑えかつ色収差以外の収差補正も行っている。実施形態1ではオファキシャル

反射面間の媒質を光学的に透明なプラスチックPMMAで構成している。なおガラスで構成しても良い。

【0063】図2は図1の実施形態1の結像光学素子4aを用いてカラー画像又はモノクロ画像を読み取る原稿読取装置を構成した例である。本発明の画像読取装置がカラー画像を対象とするときは図33で示したセンサーを用いている。

【0064】図中、1は光源、2は原稿台ガラス、3a, 3bは第1、第2反射ミラー、4aは結像光学素子、5はCCD等で構成されるラインセンサー、6はキャリッジ(筐体)である。

【0065】原稿台ガラス2の上に載置された原稿8をミラー3a, 3bを介して結像光学素子4aによりラインセンサー5上に結像して原稿8の1ラインを読み取ることができる。原稿読取装置をコンパクトに構成するために第1、第2反射ミラー3a, 3bにより光路を折り畳んでいる。結像光学素子4aも光路を折り畳むのに寄与している。光学結像素子4aを用いることによりキャリッジ一体型光学系の原稿読取装置を2枚のミラーと結像光学素子から成る少ない光学部品で構成することができる。

【0066】図32の従来の構成と対比すると結像光学素子のみで光路をほぼ直角に折り曲げているのでミラー1枚を結像光学系に含めた構成をとったことに相当し、画像読み取り装置を簡単な構成にすることができる。このキャリッジ一体型光学系はラインセンサーのライン方向(X方向)に垂直な方向すなわち副走査方向(Y方向、A方向)に原稿8とキャリッジ6とを相対的に走査することによって原稿8面を2次元的に読み取っている。

【0067】図3に実施形態1のラインセンサーのライン方向の5点(像高)についての収差図を示す。図中のXは原稿面上の高さを表す。

【0068】図4は本発明の結像光学素子の実施形態2の要部断面図である。

【0069】実施形態2の結像光学素子4bは基準軸光線の入射面R2に対する射出面R9の方向が同一であり、曲率を有するオフアキシャル反射面のみ6面(R3～R8)で構成されている。反射面間の媒質は空気であり、基本的に色収差が発生しない中空構成である。偶数回の反射により入射光線の方向と射出光線の方向はほぼ同方向になる。

【0070】図4の結像光学素子4bは原稿面8側から順に面R3はプラス、面R4はマイナス、面R5はマイナス、面R6はプラス、面R7はプラス、面R8はマイナスの偏向面の配列となっている。

【0071】その結果、射出する基準軸光線の方向は入射する基準軸光線の方向に対しほぼ同方向に射出される。偏向面の配列をマイナス偏向面が連続する組とプラス偏向面が連続する組を交互に配列することによって入

射光線に対し光路がほぼ平行方向に進むことになるので、結像光学素子4bは空間的に効率よい配置をとることができ。

【0072】実施形態2では実施形態1と同様、結像光学素子4b内での中間結像をせず、直接、ラインセンサー5上に原稿像が形成されるようにして各オフアキシャル反射面の曲率が緩く構成できるようにしている。さらに絞りSPを結像光学素子4bの光路中の中央付近に配置して結像光学素子4bの入射面R2および射出面R9の有効光束が大きくならないようにしている。

【0073】図5は実施形態2の光学結像素子4bを原稿読取装置に適用した例である。図中の構成部品は図2とほぼ同様である。3Cはミラーである。図5では従来の複数枚で構成されていた結像レンズを少ない構成要素から成る結像光学素子4bで置き換えることができる。結像光学素子4bは色収差が発生しない構成であるため色ズレのないカラー読み取りが可能なキャリッジ一体型光学系を容易に構成することができる。

【0074】図6に実施形態2のラインセンサーのライン方向の5点(像高)における収差図を示す。図中のXは原稿面上の高さを表す。

【0075】図7は本発明の結像光学素子4cの実施形態3の要部断面図である。実施形態3の結像光学素子は反射面が6面(R3～R8)、反射面間の媒質は空気で構成されている。したがって結像光学素子4cは色収差が発生しない構成である。偶数回の反射により入射光線の方向に対し射出光線の方向はほぼ反対方向になる。

【0076】図7の結像光学素子4cは原稿面8側から順に面R3はプラス、面R4はプラス、面R5はマイナス、面R6はマイナス、面R7はプラス、面R8はプラスの偏向面の配列となっている。その結果、射出する基準軸光線の方向は入射する基準軸光線の方向に対しほぼ逆方向に射出される。偏向面の配列をプラス偏向面が連続する組とマイナス偏向面が連続する組を交互に配列することによって入射光線に対し光路がほぼ直交方向に進むことになるので、結像光学素子4cは空間的に効率よい配置をとることができる。

【0077】実施形態3では実施形態1と同様、結像光学素子4c内での中間結像をせず、直接ラインセンサー5上に原稿像が形成されるようにして各オフアキシャル反射面の曲率が緩く構成できるようにしている。さらに絞りSPを結像光学素子4cの光路中の中央付近に配置して結像光学素子4cの入射面R2および射出面R9の有効光束が大きくならないようにしている。

【0078】図8は実施形態3の光学結像素子4cを原稿読取装置に適用した例である。図中の構成部品は図2とほぼ同様である。図8では結像光学素子4cは入射光線の方向を反対にして射出するので、光路を2回折り曲げたことに相当し図2の原稿読取装置と同様に従来に対し反射ミラーを減少させることができる。さらにライン

センサー5の配置はコンパクトな構成が可能となる。

【0079】図9に実施形態3のラインセンサーのライン方向の5点(像高)における収差図を示す。図中のXは原稿面上の高さを表す。

【0080】図10～図14は本発明の結像光学素子の実施形態4～8の要部断面図である。

【0081】図10～図14の結像光学素子は、主に複数の反射面で結像作用を有している。いずれも反射面が5面の場合である。原稿読取装置の中の反射ミラーの構成にあわせて選択することによりコンパクトな配置がとることができる。なお反射面が6面以上の場合も反射面の組み合わせでいくつかの構成が可能であり原稿読取装置にあわせて選択することができる。

【0082】図15は本発明の結像光学素子の実施形態9の要部断面図である。

【0083】図16は実施形態9の結像光学素子を原稿読取装置に適用した例である。

【0084】実施形態9の結像光学素子4dは反射面が5面(R3, R4, R6～R8)、反射面間の媒質は空気で構成されている。したがって結像光学素子4dは色収差が発生しない構成である。

【0085】図15の結像光学素子4dは原稿面8側から順に面R3はプラス、面R4はマイナス、面R6はプラス、面R7はマイナス、面R8はマイナスの偏向面の配列となっている。この構成により反射ミラー3bから射出された光束を結像光学素子4d内で最初の反射ミラー側に折り曲げた後、反射ミラーと反対方向に光束を射出させる構成である。

【0086】すなわち、奇数回の反射により射出する基準軸光線の方向は入射する基準軸光線の方向に対しほぼ直角方向になる。光路を繰り返し折り曲げる2枚の反射ミラー3a, 3bから射出する光束を前記結像光学素子4dで結像させ、かつ結像光学素子4d内の光路を反射ミラーと反対方向に向かうように入射方向に対し直角方向に折り曲げて空間的に効率よい配置をとることができる。

【0087】実施形態9では実施形態1と同様、結像光学素子4d内での中間結像をせず、直接ラインセンサー5上に原稿像が形成される構成として各オフアキシャル反射面の曲率が緩くしている。さらに絞りSPを結像光学素子4dの光路中の中央付近に配置して結像光学素子の入射面R2および射出面R9の有効光束が大きくならないようにしている。図に示したように結像光学素子4dが光路の折り曲げ作用を有するのでキャリッジ一体型走査方式の画像読み取り装置を2枚の反射ミラーと結像光学素子4dのみの簡単な構成で実現することができる。

【0088】図17は本発明の結像光学素子の実施形態10の要部断面図である。

【0089】図18は実施形態10の結像光学素子を原稿読取装置に適用した例である。

【0090】実施形態10の結像光学素子4eは反射面が5面(R3, R4, R6～R8)、反射面間の媒質は空気で構成されている。したがって結像光学素子4eは色収差が発生しない構成である。

【0091】図17の結像光学素子4eは原稿面8側から順に面R3はマイナス、面R4はプラス、面R6はプラス、面R7はマイナス、面R8はプラスの偏向面の配列となっている。この構成によって反射ミラー3bから射出された光束は結像光学素子4e内でほぼ直線的に下側に導かれた後反射ミラー側に射出される。

【0092】すなわち、奇数回の反射により射出する基準軸光線の方向は入射する基準軸光線の方向に対しほぼ直角方向に射出される。光路を繰り返し折り曲げる2枚の反射ミラー3a, 3bから射出する光束を前記結像光学素子4eで結像させ、かつ光路を反射ミラーのある方向に向かうように入射方向に対しほぼ直交方向に折り曲げて空間的に効率よい配置をとることができる。

【0093】実施形態10では実施形態1と同様、結像光学素子4e内での中間結像をせず、直接ラインセンサー5上に原稿像が形成されるようにして各オフアキシャル反射面の曲率が緩く構成できるようにしている。さらに絞りSPを結像光学素子4eの光路中の中央付近に配置して結像光学素子4eの入射面R2および射出面R9の有効光束が大きくならないようにしている。図に示したように結像光学素子4eが光路の折り曲げ作用を有するのでキャリッジ一体型走査方式の画像読み取り装置を2枚の反射ミラーと結像光学素子4eのみの簡単な構成で実現することができる。

【0094】図19は本発明の結像光学素子の実施形態11の要部断面図である。

【0095】図20は実施形態11の結像光学素子を原稿読取装置に適用した例である。

【0096】実施形態11の結像光学素子4fは反射面が6面(R3～R5, R7～R9)である。また結像光学素子4f内の反射面間の媒質は空気である。したがって結像光学素子4fは色収差の発生しない構成である。

【0097】図19の結像光学素子4fは原稿面8側から順に面R3はプラス、面R4はプラス、面R5はマイナス、面R7はプラス、面R8はプラス、面R9はマイナスの偏向面の配列となっている。図20において反射ミラー3aから射出された光束は結像光学素子4f内で光路を折り曲げられた後ほぼ直線的に下側に導かれ射出される。

【0098】すなわち、結像光学素子4fから射出される基準軸光線の方向は入射する基準軸光線の方向に対しほぼ反対方向に射出される。光路を繰り返し折り曲げる2枚の反射ミラー4a, 4bから射出する光束を前記結像光学素子4fで結像させ、かつ光路を反転させて下側方向に向かうよう折り曲げて空間的に効率よい配置をとることができる。

【0099】実施形態11では実施形態1と同様、結像光学素子4f内での中間結像をせず、直接ラインセンサー5上に原稿像が形成される構成として各オファキシャル反射面の曲率を緩くしている。さらに絞りSPを結像光学素子4fの光路中の中央付近に配置して結像光学素子4fの入射面R2および射出面R10の有効光束が大きくならないようにしている。図に示したように結像光学素子が光路の折り曲げ作用を有するのでキャリッジ一体型の画像読み取り装置を2枚の反射ミラー4a, 4bと結像光学素子4fのみの簡単な構成で実現することができる。この構成では光束の反射ミラー3bによる反射回数を減少できるので反射ミラー3bの小さく構成できる。

【0100】以上の結像光学素子4d～4fは自由曲面である反射面を用いることにより原稿面と結像光学素子との距離を従来の結像光学系より短縮し、キャリッジ一体型光学系の構成を実現している。

【0101】図21は本発明の結像光学素子の実施形態12の要部断面図である。本実施形態の結像光学素子の外形状は図17の実施形態10と同じである。

【0102】図22は実施形態12の結像光学素子を原稿読み取り装置に適用した例である。

【0103】図21の結像光学素子は基準軸光線の入射光線の方向と射出光線の方向が異なりかつ曲率を有するオファキシャル反射面を5面(R3, R4, R6～R8)有し原稿面8をラインセンサー5に結像する機能を有している。反射面間の媒質は空気である。したがって結像光学素子4gは色収差の発生しない構成である。各オファキシャル反射面は前記ラインセンサー5のライン方向と垂直な断面すなわち副走査断面内で光路を折り曲げる構成をとっている。

【0104】図21の結像光学素子4gは原稿面8側から順に面R3はマイナス、面R4はプラス、面R6はプラス、面R7はマイナス、面R8はプラスの偏向面の配列となっている。その結果、射出する基準軸光線の方向は入射する基準軸光線の方向に対しほぼ直角に射出される。

【0105】図21において反射面同士が交差する第2反射面R4と第3反射面R6の間に絞りSPを配置している。図21(A)はラインセンサーのライン方向に垂直な断面すなわち副走査断面、図21(B)はラインセンサーのライン方向に平行な断面すなわち主走査断面の光路を示している。また図21(C)は前記光路の斜視図を示している。

【0106】結像光学素子4gにおいて原稿面の像是結像光学素子内において中間結像せず、結像光学素子を射出した後に直接、ラインセンサー5上に結像するように構成している。これによって各オファキシャル反射面の曲率が緩くできるので各反射面で発生する収差を抑えやすくなる。しかし反射面同士の構成では互いに光路を遮

らないように構成するには各面同士の感覚をある程度おおきくとらざるを得ないが、結像光学素子内で中間結像しない構成のため、ラインセンサーのライン方向では絞りから離れるほど光束は広がる。

【0107】本実施形態では絞りSPを結像光学素子の光路中の中央付近に設定して主走査方向において結像光学素子の入射面と射出面の有効光束が大きくならないようしている。オファキシャル反射面では常に光束が斜めに入射および反射されるので非対称収差が発生するので、基本的に非対称収差が相殺される構成をとるのがよい。

【0108】そこで本実施形態では絞りSPの前後に配置されるオファキシャル反射面が絞りに対しほぼ対称になるように交差する1組のオファキシャル反射面を構成している。さらに構成上1組の交差するオファキシャル反射面にそれぞれ隣接するオファキシャル反射面は交差するオファキシャル反射面と平行な配置をとらざるを得ず、隣接のオファキシャル反射面同士が交差する構成をとる。したがってこの絞り配置は絞りを交差するオファキシャル反射面の1つとそれに隣接するオファキシャル反射面と一体的に構成できる。

【0109】図22において、2は原稿台ガラス、3a, 3bは第1、第2反射ミラー、4gは結像光学素子、5はCCD等で構成されるラインセンサーである。

【0110】原稿台ガラス2の上に載置された原稿8を結像光学素子4gによりラインセンサー5上に結像して原稿の1ラインを読み取ることができる。原稿読み取り装置をコンパクトに構成するために第1、第2反射ミラー3a, 3bにより光路を折り畳んでいる。結像光学素子4gも光路を折り畳むのに寄与している。光学結像素子4gを用いることによりキャリッジ一体型光学系の原稿読み取り装置を2枚の反射ミラーと結像光学素子から成る少ない光学部品で構成することができる。

【0111】従来の構成と対比すると結像光学素子のみで光路をほぼ直角に折り曲げているのでミラー1枚を結像光学系に含めた構成をとったことに相当し、画像読み取り装置を簡単な構成にすることができる。このキャリッジ一体型光学系はラインセンサーのライン方向に垂直な方向すなわち副走査方向に走査することによって原稿面を2次元的に読み取っている。

【0112】図23は本発明の結像光学素子の実施形態13の要部断面図である。本実施形態の結像光学素子の外形状は図17の実施形態10と同じである。

【0113】図24は実施形態13の結像光学素子を原稿読み取り装置に適用した例である。

【0114】本実施形態の結像光学素子4hはオファキシャル反射面が5面(R3, R4, R6～R8)有し、反射面間の媒質は空気で構成される。したがって結像光学素子は色収差の発生しない構成である。

【0115】結像光学素子4hは原稿面8側から順に面

R 3 はプラス、面 R 4 はマイナス、面 R 6 はマイナス、面 R 7 はプラス、面 R 8 はプラスの偏向面の配列となっている。結像光学素子 4 h より射出する基準軸光線の方向は入射する基準軸光線の方向に対しほば直角方向に射出される。この構成において反射面同士が交差する第 2 反射面 R 4 と第 3 反射面 R 6 の間に絞り S P を配置している。絞り S P が結像光学素子 4 h の光路中の中央付近に配置されているので結像光学素子の入射面および射出面の有効光束が大きくならない。

【0116】基本的に非対称収差が相殺される構成をとるのがよいので、絞り S P の前後に配置されるオファキシャル反射面が絞り S P に対しほば対称になるように交差する 1 組のオファキシャル反射面を構成している。図 25 は本発明の結像光学素子の実施形態 1 4 の要部断面図である。本実施形態の結像光学素子の外形状は図 1 の実施形態 1 と同じである。

【0117】図 26 は実施形態 1 4 の結像光学素子を原稿用読取装置に適用した例である。

【0118】結像光学素子 4 i は反射面が 5 面 (R 3 ~ R 7) 、反射面間の媒質は空気で構成されている。したがって結像光学素子 4 i は色収差の発生しない構成である。結像光学素子 4 i は原稿面 8 側から順に面 R 3 はプラス、面 R 4 はプラス、面 R 5 はマイナス、面 R 6 はマイナス、面 R 7 はプラスの偏向面の配列となっている。この構成により結像光学素子 4 i より射出され基準軸光線は入射方向に対しほば直交方向に射出される。この構成においてオファキシャル反射面同士が交差する第 3 反射面 R 5 と第 4 反射面 R 6 の間に絞り S P を配置している。

【0119】さらに絞り S P を結像光学素子 4 i の光路中の中央付近に配置して結像光学素子の入射面および射出面の有効光束が大きくなないようにしている。基本的に非対称収差が相殺される構成をとるのがよいので、絞りの前後に配置されるオファキシャル反射面が絞りに対しほば対称になるように交差する 1 組のオファキシャル反射面を構成している。図 27 は本発明の結像光学素子の実施形態 1 5 の要部断面図である。本実施形態の結像光学素子の外形状は図 7 の実施形態 3 と同じである。

【0120】図 28 は実施形態 1 5 の結像光学素子を原稿用読取装置に適用した例である。

【0121】結像光学素子 4 j は反射面が 6 面 (R 3 ~ R 5, R 7 ~ R 9) である。反射面間の媒質は空気で構成される結像光学素子である。したがって結像光学素子 4 j は色収差の発生しない構成である。結像光学素子は原稿面 8 側から順に面 R 3 はプラス、面 R 4 はプラス、面 R 5 はマイナス、面 R 7 はマイナス、面 R 8 はプラス、面 R 9 はプラスの偏向面の配列となっている。この構成によって入射光束は結像光学素子内ではほぼ直線的に下側に導かれた後、偶数回の反射により射出する基準軸光線の方向は入射する基準軸光線の方向に対しほば反対

方向に射出される。

【0122】結像光学素子内での中間結像をせず、直接ラインセンサー 5 上に原稿像が形成されるようにして各オファキシャル反射面の曲率が緩く構成できるようにしている。さらに絞り S P を反射面同士交差する第 3 反射面 R 5 と第 4 反射面 R 7 の間に配置している。絞り S P は結像光学素子 4 j の光路中の中央付近にあるので結像光学素子 4 j の入射面および射出面の有効光束が大きくならない。基本的に非対称収差が相殺される構成をとるのがよいので、絞りの前後に配置されるオファキシャル反射面が絞りに対しほば対称になるように交差する 1 組のオファキシャル反射面を構成している。

【0123】図 29 は本発明の結像光学素子の実施形態 1 6 の要部断面図である。

【0124】図 30 は実施形態 1 6 の結像光学素子を原稿用読取装置に適用した例である。

【0125】結像光学素子 4 k は反射面が 6 面 (R 3 ~ R 5, R 7 ~ R 9) である。反射面間の媒質は空気で構成される結像光学素子である。したがって結像光学素子 4 k は色収差の発生しない構成である。結像光学素子 4 k は原稿面 8 側から順に面 R 3 はプラス、面 R 4 はプラス、面 R 5 はマイナス、面 R 7 はマイナス、面 R 8 はプラス、面 R 9 はマイナスの偏向面の配列となっている。この構成によって入射光束は結像光学素子内でほぼ直線的に下側に導かれた後、偶数回の反射により射出する基準軸光線の方向は入射する基準軸光線の方向に対しほば同方向に射出される。

【0126】結像光学素子内での中間結像をせず、直接ラインセンサー 5 上に原稿像が形成されるようにして各オファキシャル反射面の曲率が緩く構成できるようにしている。さらに絞り S P を反射面同士交差する第 3 反射面 R 5 と第 4 反射面 R 7 の間に配置している。絞り S P は結像光学素子の光路中の中央付近にあるので結像光学素子の入射面および射出面の有効光束が大きくならない。基本的に非対称収差が相殺される構成をとるのがよいので、絞り S P の前後に配置されるオファキシャル反射面が絞りに対しほば対称になるように交差する 1 組のオファキシャル反射面を構成している。原稿読取装置の校正是実施形態 1 の基本的に同じである。

【0127】図 34 は本発明の結像光学素子の実施形態 1 7 の要部断面図である。

【0128】図 36 は実施形態 1 7 の結像光学素子を画像読み取り装置に適用した例である。

【0129】実施形態 1 7 の結像光学素子 4 は基準軸光線の入射面 R 3 に対する射出面 R 11 の方向が同一であり、曲率を有するオファキシャル反射面のみ 6 面 (R 4 ~ R 6, R 8 ~ R 10) で構成されている。反射面間の媒質は空気であり、基本的に色収差が発生しない中空構成である。偶数回の反射により入射光線の方向と射出光線の方向はほぼ同方向になる。

【0130】図34の結像光学素子4は原稿面8側から順に面R4はプラス、面R5はプラス、面R6はマイナス、面R8はプラス、面R9はマイナス、面R10はマイナスの偏方向面の配列となっている。

【0131】そして最も射出側にある面R10を最も入射側にある面R4よりも入射基準軸において原稿側に配置している。この配置により4から射出して結像位置まで至る光路いわゆるバックフォーカスの部分を入射光が面4に至る部分までの下方にほぼ平行に配置することができ、空間的に効率の良い配置をとることができる。さらに基本的に非対称収差が相殺される構成をとるのが良いので、絞りSPの前後において配置されるオファキシャル反射面は面R6がマイナスに対しR8面がプラス、面R5がプラスに対して面R9がマイナス、面R4がプラスに対して面R10がマイナスとなり、絞り中心に180度回転させると同じになる構成となっている。

【0132】そして面R4から面R5に向かう光束を収斂させることで面R4以降にあるオファキシャル反射面を小さくしている。さらにこのオファキシャル反射面の少なくとも1つの面に赤外光をカットする効果をもたせることで、カラー画像の黒の部分が赤っぽくなることも防ぐことができる。赤外光カットの方法の1例としてダイクロ膜を蒸着もしくはディッピングにてオファキシャル反射面を作成することが挙げられる。

【0133】図36において、2は原稿台ガラス、3a, 3b, 3cは第1、第2、第3反射ミラー、4は結像光学素子、5はCCD等で構成されるラインセンサーである。原稿台ガラス2の上に載置された原稿8を結像光学素子4によりラインセンサー5上に結像して原稿の1ラインを読み取ることができる。原稿読み取り装置をコンパクトに構成するために第1、第2、第3反射ミラー3a, 3b, 3cにより光路を折り畳んでいる。ミラーと並列に配置して、従来とくらべミラーの下にレンズを配置する必要がないため、深さ(紙面上下)方向に薄くすることができる。さらにCCD等を副走査方向に配置しているため、深さ方向にCCD基盤等の出っ張りがなく薄くできる。

【0134】なお本発明の結像光学素子は、カラー複写機、モノクロの複写機、イメージスキャナー等の光学機器に適用できる。特にFナンバーが明るくかつ色ずれのない高画質が要求されるカラーデジタル複写機に最適である。

【0135】本発明の実施形態においてラインセンサー上においてラインセンサーのライン方向に垂直の断面方向すなわち副走査方向とラインに平行方向すなわち主走査方向の性能がほぼ同一になるように入射側のNAを同一にしている。これを実現するために絞りにおいてラインセンサーのライン方向に垂直の断面内の開口巾とラインに平行方向の開口巾が異なるように設定している。オファキシャル反射面は基本的にアジムス方向で曲率が異

なるため結像光学素子内での光線の通り方も非対称になるからである。

【0136】非対称の絞りの方向をオファキシャル反射面の方向とあわせて配置する必要があるので近接するオファキシャル反射面と絞りとを一体的に構成するのがよい。

【0137】なおカラー複写機、モノクロの複写機、イメージスキャナーについては本発明の構成は適用可能である。

【0138】以上の各実施形態によれば、カラー及びモノクロの画像情報をラインセンサー及び結像光学系により読み取る画像読取装置において前記の結像光学系を複数の曲率を有するオファキシャル反射面から成る結像光学素子で構成することによってカラー画像のときは色ズレがない高精細の画像読み取りできると同時にコンパクトな構成によりキャリッジ一体型光学系を実現している。

【0139】又、以上の各実施形態によれば、原稿をラインセンサー及び結像光学系により読み取るカラー画像読取装置において基準軸光線を複数回反射させる反射ミラーと曲率を有する複数のオファキシャル反射面から成る結像光学素子で構成される読み取り光学系は簡単な構成でキャリッジ一体型光学系を実現できる。さらに結像光学素子4はほぼ反射面で構成されているので一体型光学系は色ズレのない高精細の画像読み取りを実現できる。

【0140】又、以上の実施形態によれば、画像情報をラインセンサー及び結像光学系により読み取るカラー及びモノクロの画像読取装置において前記結像光学系を複数の曲率を有するオファキシャル反射面から成る結像光学素子で反射面及び絞りを適切に構成することによってカラー画像のときは色ズレのない高精細の画像読み取りが可能な高性能のキャリッジ一体型光学系を実現できる。

【0141】本発明の結像光学素子の実施形態の構成および数値の意味を明確にするために、本明細書中で使用的オファキシャル光学系、及び、その骨組みとなる基準軸について以下のように定義する。

【0142】基準軸の定義

一般的には物体面から像面にいたる基準となる基準波長の光線の光路をその光学系における基準軸と定義する。これだけでは基準となる光線の選び方に曖昧性が残るので、通常は以下に示す2つの原則のいずれかにより基準光線すなわち基準軸を設定する。

【0143】◎光学系に部分的にでも対称性を有する軸が存在し、収差を対称性よくとりまとめることができる場合にはその対称性を有する軸上を通る光線を基準光線とする。

【0144】◎光学系に一般的に対称軸が存在しない時、あるいは部分的には対称軸が存在しても、収差を対

称性よくとりまとめることがある時には、物体面中心（被撮影、被観察範囲の中心）から出る光線のうち、光学系の指定される面の順に光学系を通り、光学系内に定義される絞り中心を通る光線を基準光線として設定する。

【0145】このようにして定義される基準軸は、折れ曲がっている形状となる事が一般的である。

#### 【0146】オファキシャル光学系の定義

上記のように定義した基準軸が曲面と交わる点において、面法線が基準軸と一致しない曲面をオファキシャル曲面と定義し、オファキシャル曲面を含む光学系をオファキシャル光学系と定義する。（但し、平面反射面によって基準軸が単純に折れ曲がっている場合も面法線が基準軸と一致しないが、その平面反射面は収差の対称性を損なわないので、オファキシャル光学系の対象から除外する。）本発明の実施形態においては、光学系の基準となる基準軸を上記の様に設定したが、光学系の基準となる軸の決め方は光学設計上、収差の取り纏め上、若しくは光学系を構成する各面形状を表現する上で都合の良い軸を採用すれば良い。

【0147】しかし、一般的には像面又は観察面の中心と、絞り又は入射瞳又は射出瞳又は光学系の第1面の中心若しくは最終面の中心のいずれかを通る光線の経路を光学系の基準となる基準軸に設置する。

【0148】つまり、本発明の実施形態においては、基準軸はラインセンサー5（結像面）の中心点を通り、像面の中心へ至る光線（基準軸光線）が反射面によって反射する経路を基準軸に設定している。各面の順番は基準軸光線が反射を受ける順番に設定している。

【0149】従って基準軸は設定された各面の順番に沿って反射の法則に従ってその方向を変化させつつ、最終的に像面の中心に到達する。

【0150】本発明の各実施例の光学系を構成するチルト面は基本的にすべてが同一面内でチルトしている。そこで、絶対座標系の各軸を以下のように定める。（図31参照）

Z軸：原点を通り第2面に向かう基準軸

Y軸：原点を通りチルト面内（図31の紙面内）でZ軸に対して反時計回りに90°をなす直線

X軸：原点を通りZ、Y各軸に垂直な直線（図31の紙面に垂直な直線）

又、光学系を構成する第*i*面の面形状を表すには、絶対座標系にてその面の形状を表記するより、基準軸と第*i*面が交差する点を原点とするローカル座標系を設定して、ローカル座標系でその面の面形状を表した方が形状を認識する上で理解し易い為、本発明の構成データを表示する実施例では第*i*面の面形状をローカル座標系で表す。

【0151】また、第*i*面のYZ面内でのチルト角は絶対座標系のZ軸に対して反時計回り方向を正とした角度

$\theta_i$ （単位°）で表す。よって、本発明の実施形態では各面のローカル座標の原点は図31中のYZ平面上にある。

【0152】またXZおよびXY面内での面の偏心はない。さらに、第*i*面のローカル座標（x, y, z）のy, z軸は絶対座標系（X, Y, Z）に対してYZ面内で角度 $\theta_i$ 傾いており、具体的には以下のように設定する。

【0153】z軸：ローカル座標の原点を通り、絶対座標系のZ方向に対しYZ面内において反時計方向に角度 $\theta_i$ をなす直線

y軸：ローカル座標の原点を通り、z方向に対しYZ面内において反時計方向に90°をなす直線

x軸：ローカル座標の原点を通り、YZ面に対し垂直な直線

また、本発明の実施例における光学結像素子は回転非対称の非球面を有し、その形状は以下の式により示す。

【0154】
$$\begin{aligned} z = & C_{02}y^2 + C_{20}x^2 + C_{03}y^3 \\ & + C_{21}xy + C_{04}y^4 + C_{22}x^2y^2 + C_{40} \\ & x^4 + C_{05}y^5 + C_{23}x^2y^3 + C_{41}x^4y + \\ & C_{06}y^6 + C_{24}x^2y^4 + C_{42}x^4y^2 + C_{60} \\ & x^6 \end{aligned}$$

なお球面は以下の式で表される形状である。

【0155】
$$z = ((x^2 + y^2) / r_i) / (1 + (1 - (x^2 + y^2) / r_i)^{1/2})$$

上記曲面式はxに関しては偶数次の項のみであるため、上記曲面式により規定される曲面はyz面を対称面とする対称な形状である。さらに以下の条件が満たされる場合はxz面に対して対称な形状をあらわす。

$$C_03 = C_{21} = 0$$

$$C_{02} = C_{20} C_{04} = C_{40} = C_{22}/2$$

$$C_{05} = C_{23} = C_{41} = 0$$

$$C_{60} = C_{06} = C_{24}/3 = C_{42}/3$$

が満たされる場合は回転対称な形状を表す。以上の条件を満たさない場合は非回転対称な形状である。

【0156】また光学系の実施形態はすべて共軸光学系でないため、近軸理論に基づく焦点距離を直接計算することが困難である。そこで以下の定義による換算焦点距離f<sub>eq</sub>を用いる。

【0157】 $f_{eq} = h_1 / \tan(ak')$

なお定義上、反射面が奇数個の場合、焦点距離の符号は通常の符号と逆に表現される。

【0158】ここに

h<sub>1</sub>：第1面において基準軸に平行で基準軸に無限に近く入射する光線の入射高さ

a<sub>k'</sub>：該光線が最終面から射出時に基準軸となす角度である。

【0159】次に数値実施例において、曲率半径R<sub>i</sub>の符号は第1面R<sub>1</sub>から結像面に進む1点鎖線で示す基準軸に沿って、曲率中心が第1面R<sub>1</sub>側にある場合をマイ

ナス、結像面側にある場合をプラスとする。

【0160】また $D_i$ は第*i*面と第(*i*+1)面間のローカル座標の原点間の間隔を表すスカラーレベル、 $N_{di}$ 、 $v_{di}$ は第*i*面と第(*i*+1)面間の媒質の屈折率とアーベル数である。

【0161】有効寸法(X\*Y)は各面のローカル座標\*

第1の実施例

原稿読み取り巾 222				結像倍率 -0.1653,			
原稿側NA 0.0187, $f_{eq}$ -34							
i	$Y_i$	$Z_i$	$\theta_i$	$D_i$	$N_{di}$	$v_{di}$	有効寸法(X*Y)
1	0.00	-220.44	0.0	220.44	1.00000		物体面(原稿面)
2	0.00	0.00	0.0	4.80	1.49171	57.4	23.1*9.4 屈折面
3	0.00	4.80	45.0	9.00	1.49171	57.4	20.7*13.0 反射面
4	-9.00	4.80	45.0	9.60	1.49171	57.4	14.8*12.8 反射面
5	-9.00	-4.80	-45.0	10.40	1.49171	57.4	10.0*13.9 反射面(絞り)
6	-19.40	-4.80	-45.0	8.40	1.49171	57.4	15.0*12.5 反射面
7	-19.40	3.60	45.0	4.00	1.49171	57.4	18.3*11.3 反射面
8	-23.40	3.60	0.0	27.42	1.49171	57.4	19.3*7.3 屈折面
9	-50.82	3.60			1.00000		像面(センサー面)

非球面形状

R2面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -2.9789e-3 & C_{03} &= 1.0562e-4 & C_{04} &= 1.7462e-4 \\ C_{05} &= -2.3567e-5 & C_{06} &= -8.7694e-6 & C_{20} &= -2.6345e-3 \\ C_{21} &= -1.9654e-4 & C_{22} &= 2.0985e-5 & C_{23} &= -3.2325e-6 \\ C_{24} &= -1.5225e-6 & C_{40} &= -1.3607e-5 & C_{41} &= 7.6570e-7 \\ C_{42} &= 9.9798e-8 & C_{60} &= 3.1988e-8 \end{aligned}$$

R3面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -2.1480e-3 & C_{03} &= 2.4400e-4 & C_{04} &= 2.6765e-6 \\ C_{05} &= -5.6807e-7 & C_{06} &= -3.1410e-7 & C_{20} &= -1.9036e-3 \\ C_{21} &= 9.0398e-5 & C_{22} &= 3.8180e-6 & C_{23} &= -1.6067e-6 \\ C_{24} &= -1.2060e-9 & C_{40} &= -5.5316e-7 & C_{41} &= 1.4369e-7 \\ C_{42} &= -3.0686e-9 & C_{60} &= 5.2469e-9 \end{aligned}$$

R4面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -6.3716e-3 & C_{03} &= 2.3535e-4 & C_{04} &= -2.2599e-6 \\ C_{05} &= 1.8892e-6 & C_{06} &= 1.0760e-8 & C_{20} &= -4.4929e-3 \\ C_{21} &= 3.8336e-4 & C_{22} &= 2.5288e-5 & C_{23} &= -2.67715e-6 \\ C_{24} &= -2.2107e-7 & C_{40} &= -1.6080e-6 & C_{41} &= -1.4510e-7 \\ C_{42} &= 2.6110e-8 & C_{60} &= -2.4164e-8 \end{aligned}$$

R5面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -7.4735e-3 & C_{03} &= -7.3808e-5 & C_{04} &= -1.4600e-6 \\ C_{05} &= -2.2939e-7 & C_{06} &= -5.2718e-8 & C_{20} &= -8.7526e-3 \\ C_{21} &= -1.6764e-5 & C_{22} &= 9.5058e-6 & C_{23} &= -1.2307e-7 \\ C_{24} &= -8.0893e-8 & C_{40} &= 4.0064e-7 & C_{41} &= 6.8219e-7 \\ C_{42} &= 5.3009e-8 & C_{60} &= -1.1033e-8 \end{aligned}$$

【0163】

【外2】

\*のX軸方向とY軸方向の有効寸法である。

【0162】以下に、上で説明した本発明の実施形態1～17の夫々の実施例1～17について数値データを示す。

【外1】

25  
R6面

$C_{02}=-2.2655e-3$	$C_{03}=2.5665e-4$	$C_{04}=-3.0938e-5$
$C_{05}=-1.4458e-6$	$C_{06}=-8.3242e-9$	$C_{20}=-1.0043e-3$
$C_{21}=-3.6644e-4$	$C_{22}=1.7245e-5$	$C_{23}=3.2807e-7$
$C_{24}=-1.0209e-7$	$C_{40}=4.1304e-6$	$C_{41}=1.0709e-6$
$C_{42}=4.0904e-8$	$C_{60}=5.1888e-9$	

R7面

$C_{02}=-3.3233e-3$	$C_{03}=5.0613e-4$	$C_{04}=-1.1412e-5$
$C_{05}=-2.4643e-6$	$C_{06}=1.5095e-7$	$C_{20}=-5.5907e-3$
$C_{21}=-1.3299e-4$	$C_{22}=1.5152e-5$	$C_{23}=1.4412e-6$
$C_{24}=3.3475e-7$	$C_{40}=4.0220e-6$	$C_{41}=-4.1994e-7$
$C_{42}=-7.3342e-8$	$C_{60}=2.8181e-8$	

R8面

$C_{02}=-2.0078e-2$	$C_{03}=8.18062e-4$	$C_{04}=1.7886e-4$
$C_{05}=2.7529e-5$	$C_{06}=6.2066e-6$	$C_{20}=-1.6884e-2$
$C_{21}=-3.8863e-4$	$C_{22}=-3.5054e-5$	$C_{23}=-5.5015e-6$
$C_{22}=5.5839e-6$	$C_{40}=-2.2877e-5$	$C_{41}=-4.7857e-6$
$C_{42}=-3.1740e-7$	$C_{60}=1.1182e-7$	

【0164】

\* \* 【外3】

## 第2の実施例

原稿読み取り巾 222 結像倍率 -0.1653,

原稿側NA 0.0187,  $f_{eq}$  41.6

i	Yi	Zi	$\theta_i$	Di	N <sub>di</sub>	有効寸法(X*Y)	
1	0.00	-238.56	0.0	238.56	1.		物体面(原稿面)
2	0.00	0.00	0.0	6.80	1.	37.6*16.8	透過面
3	0.00	6.80	45.0	9.50	1.	35.6*16.8	反射面
4	-9.50	6.80	-45.0	8.00	1.	18.6*12.5	反射面
5	-9.50	14.80	-45.0	8.00	1.	8.1*9.0	反射面(絞り)
6	-1.50	14.80	45.0	7.20	1.	15.9*9.4	反射面
7	-1.50	22.00	45.0	7.20	1.	23.4*9.7	反射面
8	-8.70	22.00	-45.0	5.00	1.	24.9*8.7	反射面
9	-8.70	27.00	0.0	16.44	1.	28.1*5.1	透過面
10	-8.70	43.44			1.		像面(センサー面)

非球面形状

R3面

$C_{02}=-5.7442e-3$	$C_{03}=2.4771e-4$	$C_{04}=-6.6994e-7$
$C_{05}=2.3519e-7$	$C_{06}=9.1306e-9$	$C_{20}=-8.0122e-3$
$C_{21}=1.4778e-4$	$C_{22}=-5.9973e-6$	$C_{23}=1.6237e-7$
$C_{24}=-1.9675e-8$	$C_{40}=2.6142e-8$	$C_{41}=4.7468e-10$
$C_{42}=9.6616e-11$	$C_{60}=-8.8382e-10$	

R4面

$C_{02}=-7.3438e-3$	$C_{03}=8.3463e-4$	$C_{04}=-1.0717e-5$
$C_{05}=3.9674e-7$	$C_{06}=-6.0573e-8$	$C_{20}=-9.9018e-3$
$C_{21}=8.4968e-5$	$C_{22}=-4.6718e-7$	$C_{23}=-2.5933e-6$
$C_{24}=1.9199e-7$	$C_{40}=-6.7688e-6$	$C_{41}=4.8523e-7$
$C_{42}=-4.6662e-8$	$C_{60}=-2.7055e-8$	

R5面

$C_{02}=-4.2599e-3$	$C_{03}=-3.8900e-4$	$C_{04}=4.4021e-5$
$C_{05}=-9.6222e-8$	$C_{06}=3.8576e-7$	$C_{20}=-3.9951e-3$
$C_{21}=-5.2587e-4$	$C_{22}=4.5333e-5$	$C_{23}=-4.1085e-6$
$C_{24}=3.4840e-7$	$C_{40}=-1.1388e-5$	$C_{41}=3.9818e-7$
$C_{42}=6.8919e-9$	$C_{60}=-1.5466e-9$	

【0165】

【外4】

27  
R6面

$C_{02}=-6.8815e-3$	$C_{03}=-1.7608e-3$	$C_{04}=-9.0668e-5$
$C_{05}=-1.8681e-6$	$C_{06}=1.7803e-7$	$C_{20}=1.2113e-3$
$C_{21}=-8.6697e-4$	$C_{22}=-6.8378e-5$	$C_{23}=-3.3468e-6$
$C_{24}=-1.5663e-7$	$C_{40}=-1.0460e-5$	$C_{41}=-1.8794e-6$
$C_{42}=-1.3160e-7$	$C_{60}=-3.5402e-8$	

R7面

$C_{02}=-7.3105e-3$	$C_{03}=-2.4918e-4$	$C_{04}=-3.9441e-6$
$C_{05}=1.3150e-6$	$C_{06}=-6.6461e-8$	$C_{20}=-1.1248e-2$
$C_{21}=-9.1503e-5$	$C_{22}=-1.5167e-5$	$C_{23}=9.0871e-8$
$C_{24}=1.9344e-7$	$C_{40}=2.2341e-6$	$C_{41}=-1.0184e-7$
$C_{42}=-4.0580e-8$	$C_{60}=6.0658e-9$	

R8面

$C_{02}=1.5693e-3$	$C_{03}=4.7237e-4$	$C_{04}=3.4671e-5$
$C_{05}=4.9653e-6$	$C_{06}=-7.4511e-7$	$C_{20}=-5.1051e-3$
$C_{21}=5.9517e-5$	$C_{22}=-1.8425e-5$	$C_{23}=-1.0409e-6$
$C_{24}=1.3118e-7$	$C_{40}=5.1683e-7$	$C_{41}=-9.0297e-8$
$C_{42}=1.5252e-8$	$C_{60}=9.5374e-9$	

【0166】

\* \* 【外5】

## 第3の実施例

原稿読み取り巾 222, 結像倍率 -0.1653,

原稿側NA 0.0187,  $f_{eq}$  36.7

i	Yi	Zi	$\theta_i$	Di	Ndi	有効寸法(X*Y)	
1	0.00	-211.00	0.0	211.00	1.		物体面(原稿面)
2	0.00	0.00	0.0	5.00	1.	33.6*9.2	透過面
3	0.00	5.00	45.0	10.30	1.	29.5*12.8	反射面
4	-10.30	5.00	45.0	11.30	1.	18.3*12.0	反射面
5	-10.30	-6.30	-45.0	11.50	1.	9.6*13.8	反射面(絞り)
6	-21.80	-6.30	-45.0	12.50	1.	19.4*14.2	反射面
7	-21.80	6.20	45.0	10.00	1.	27.8*13.9	反射面
8	-31.80	6.20	45.0	6.00	1.	31.9*9.6	反射面
9	-31.80	0.20	0.0	19.00	1.	32.4*5.6	透過面
10	-31.80	-18.80			1.		像面(センサー面)

非球面形状

R3面

$C_{02}=-2.4010e-3$	$C_{03}=1.1320e-4$	$C_{04}=-8.3702e-7$
$C_{05}=8.2198e-7$	$C_{06}=-4.7624e-8$	$C_{20}=-9.0931e-4$
$C_{21}=1.0622e-4$	$C_{22}=-9.0082e-6$	$C_{23}=2.8992e-7$
$C_{24}=-1.5224e-8$	$C_{40}=-4.8672e-7$	$C_{41}=-3.9414e-8$
$C_{42}=3.9785e-9$	$C_{60}=-1.9739e-10$	

R4面

$C_{02}=-5.7894e-3$	$C_{03}=8.0244e-4$	$C_{04}=-1.2590e-5$
$C_{05}=-2.3273e-6$	$C_{06}=-1.2782e-7$	$C_{20}=-4.0612e-3$
$C_{21}=3.8984e-4$	$C_{22}=-1.2270e-5$	$C_{23}=-1.3566e-6$
$C_{24}=-1.5134e-7$	$C_{40}=-4.6238e-6$	$C_{41}=-1.5878e-7$
$C_{42}=6.4425e-9$	$C_{60}=2.8316e-9$	

R5面

$C_{02}=-4.7063e-3$	$C_{03}=4.8880e-5$	$C_{04}=-4.9287e-6$
$C_{05}=2.5216e-7$	$C_{06}=-7.4539e-9$	$C_{20}=-7.3560e-3$
$C_{21}=1.4807e-4$	$C_{22}=1.1067e-5$	$C_{23}=-3.0590e-7$
$C_{24}=-4.7638e-8$	$C_{40}=1.3587e-6$	$C_{41}=1.7458e-7$
$C_{42}=1.4999e-8$	$C_{60}=5.5182e-10$	

【0167】

【外6】

29  
R6面

$C_{02}=-2.1158e-3$	$C_{03}=-1.4437e-4$	$C_{04}=2.7604e-6$
$C_{05}=-1.1028e-7$	$C_{06}=-3.4801e-8$	$C_{20}=-4.4008e-4$
$C_{21}=-2.9915e-5$	$C_{22}=1.0467e-5$	$C_{23}=2.3590e-7$
$C_{24}=1.6139e-9$	$C_{40}=5.7331e-6$	$C_{41}=4.2237e-7$
$C_{42}=1.0250e-8$	$C_{60}=1.7197e-9$	

R7面

$C_{02}=-6.5251e-3$	$C_{03}=3.3432e-5$	$C_{04}=-5.3544e-6$
$C_{05}=3.5433e-7$	$C_{06}=-1.6452e-8$	$C_{20}=-5.4648e-3$
$C_{21}=2.6306e-5$	$C_{22}=-2.5859e-6$	$C_{23}=-1.5205e-7$
$C_{24}=4.4744e-8$	$C_{40}=2.0926e-6$	$C_{41}=4.8040e-8$
$C_{42}=-7.4440e-9$	$C_{60}=3.5214e-9$	

R8面

$C_{02}=-2.1803e-3$	$C_{03}=1.2655e-4$	$C_{04}=-2.9430e-5$
$C_{05}=-1.0966e-6$	$C_{06}=6.5709e-8$	$C_{20}=2.0507e-3$
$C_{21}=8.0305e-5$	$C_{22}=-1.2759e-5$	$C_{23}=6.0378e-7$
$C_{24}=1.3627e-7$	$C_{40}=-2.0631e-6$	$C_{41}=8.3233e-8$
$C_{42}=-2.1609e-8$	$C_{60}=-1.7335e-10$	

## 【0168】

\* \* 【外7】

## 第9の実施例

原稿読み取り巾 222, 結像倍率 -0.1649

原稿側NA 0.0187,  $f_{eq}$  -38.8

i	Yi	Zi	$\theta_i$	Di	N <sub>di</sub>	有効寸法(X*Y)	
1	0.00	-217.50	0.0	227.50	1.		物体面(原稿面)
2	0.00	0.00	0.0	5.00	1.	30.3*8.9	透過面
3	0.00	5.00	45.0	9.50	1.	27.9*13.5	反射面
4	-9.50	5.00	-45.0	5.00	1.	13.4*11.9	反射面
5	-9.50	10.00	0.0	6.00	1.	8.2*9.0	透過面(絞り)
6	-9.50	16.00	45.0	10.50	1.	15.6*14.1	反射面
7	-20.00	16.00	-45.0	10.00	1.	22.9*12.2	反射面
8	-20.00	26.00	-45.0	5.00	1.	28.5*12.6	反射面
9	-15.00	26.00	0.0	25.00	1.	29.6*7.6	透過面
10	10.00	26.00	0.0		1.		像面(センサー面)

非球面球状

R3面

$C_{02}=-2.3768e-3$	$C_{03}=5.1145e-5$	$C_{04}=-1.8547e-6$
$C_{20}=-7.0111e-3$	$C_{21}=1.8558e-4$	$C_{22}=1.3075e-6$
$C_{40}=-5.7256e-7$		

R4面

$C_{02}=-3.0863e-3$	$C_{03}=1.2705e-4$	$C_{04}=-7.8544e-6$
$C_{20}=-1.2171e-2$	$C_{21}=2.0905e-5$	$C_{22}=2.5253e-6$
$C_{40}=-9.7513e-6$		

R6面

$C_{02}=-4.3326e-3$	$C_{03}=3.8979e-5$	$C_{04}=-2.1266e-6$
$C_{20}=-7.6579e-3$	$C_{21}=-2.6482e-4$	$C_{22}=1.1806e-5$
$C_{40}=-5.1469e-6$		

R7面

$C_{02}=-3.2687e-3$	$C_{03}=3.3262e-5$	$C_{04}=4.5318e-6$
$C_{20}=-2.7881e-3$	$C_{21}=-1.8228e-5$	$C_{22}=9.3375e-6$
$C_{40}=-1.2044e-6$		

R8面

$C_{02}=-5.3385e-3$	$C_{03}=-1.2928e-5$	$C_{04}=3.4083e-6$
$C_{20}=-4.8503e-3$	$C_{21}=4.9994e-5$	$C_{22}=-5.3966e-6$
$C_{40}=1.8097e-6$		

## 【0169】

【外8】

## 第10の実施例

原稿読み取り巾	222,	結像倍率	-0.1647
原稿側NA	0.0187,	$f_{eq}$	-37.9
i	Y <sub>i</sub>	Z <sub>i</sub>	$\theta_i$
1	0.00	-233.54	0.0
2	0.00	0.00	0.0
3	0.00	5.00	-45.0
4	10.50	5.00	45.0
5	10.50	10.00	0.0
6	10.50	15.00	45.0
7	1.50	15.00	-45.0
8	1.50	22.50	45.0
9	-3.50	22.50	0.0
10	-19.67	22.50	16.17
			1.

非球状形状

物体面(原稿面)  
透過面  
反射面  
反射面  
透過面(絞り)  
反射面  
反射面  
反射面  
透過面  
像面(センサー面)

## R3面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -3.9970e-3 & C_{03} &= -5.1427e-5 & C_{04} &= -1.0984e-6 \\ C_{20} &= -3.0789e-5 & C_{21} &= -2.2585e-4 & C_{22} &= 1.6637e-6 \\ C_{40} &= 4.8584e-6 \end{aligned}$$

## R4面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -5.4782e-3 & C_{03} &= -7.4478e-5 & C_{04} &= 9.7319e-6 \\ C_{20} &= 5.1369e-3 & C_{21} &= -3.6238e-4 & C_{22} &= -8.6823e-6 \\ C_{40} &= 6.2243e-7 \end{aligned}$$

## R6面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -6.2734e-3 & C_{03} &= 3.8880e-5 & C_{04} &= 6.4718e-6 \\ C_{20} &= -6.5071e-3 & C_{21} &= 1.6088e-4 & C_{22} &= -5.8896e-6 \\ C_{40} &= -3.2072e-6 \end{aligned}$$

## R7面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -2.3922e-3 & C_{03} &= -3.2812e-4 & C_{04} &= 7.5676e-8 \\ C_{20} &= -4.8178e-3 & C_{21} &= 3.7897e-4 & C_{22} &= -1.4111e-5 \\ C_{40} &= -9.2105e-6 \end{aligned}$$

## R8面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -3.2644e-3 & C_{03} &= -5.1667e-4 & C_{04} &= 1.8927e-5 \\ C_{20} &= -4.2423e-3 & C_{21} &= -1.0882e-5 & C_{22} &= -2.0946e-5 \\ C_{40} &= 7.1399e-7 \end{aligned}$$

【0170】

【外9】

## 第11の実施例

原稿読み取り巾 222, 結像倍率 -0.1749,  
原稿側NA 0.0187,  $f_{eq}$  38.4

i	Yi	Zi	$\theta_i$	Di	N <sub>di</sub>	有効寸法(X*Y)	
1	0.00	-212.23	0.0	212.23	1.		物体面(原稿面)
2	0.00	0.00	0.0	5.00	1.	34.4*8.9	透過面
3	0.00	5.00	45.0	9.50	1.	31.1*13.0	反射面
4	-9.50	5.00	45.0	9.00	1.	18.9*11.0	反射面
5	-9.50	-4.00	-45.0	5.00	1.	14.3*11.5	反射面
6	-14.50	-4.00	0.0	5.00	1.	9.3*7.3	透過面(絞り)
7	-19.50	-4.00	45.0	9.00	1.	12.3*9.5	反射面
8	-19.50	-13.00	45.0	7.50	1.	20.2*10.0	反射面
9	-12.00	-13.00	-45.0	5.00	1.	23.0*7.3	反射面
10	-12.00	-18.00	0.0	17.77	1.	26.2*4.0	透過面
11	12.00	-35.77			1.		像面(センサー面)

非球面形状

## R3面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -3.5436e-3 & C_{03} &= 7.0417e-5 & C_{04} &= -2.8147e-6 \\ C_{20} &= -1.4891e-3 & C_{21} &= 4.0236e-5 & C_{22} &= 5.2032e-8 \\ C_{40} &= 2.7294e-8 \end{aligned}$$

## R4面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -4.8426e-3 & C_{03} &= 1.2702e-4 & C_{04} &= -5.7706e-6 \\ C_{20} &= -5.4450e-3 & C_{21} &= 2.5363e-4 & C_{22} &= -2.9344e-6 \\ C_{40} &= -9.2465e-6 \end{aligned}$$

## R5面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -4.1294e-3 & C_{03} &= 1.9232e-4 & C_{04} &= -2.0532e-6 \\ C_{20} &= -1.0196e-2 & C_{21} &= 1.9100e-4 & C_{22} &= 4.1731e-6 \\ C_{40} &= -5.8741e-6 \end{aligned}$$

## R7面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -3.4497e-3 & C_{03} &= 3.3613e-4 & C_{04} &= 2.3493e-6 \\ C_{20} &= -1.1953e-3 & C_{21} &= 6.2801e-5 & C_{22} &= 1.2506e-5 \\ C_{40} &= -1.5388e-6 \end{aligned}$$

## R8面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -6.5017e-3 & C_{03} &= 3.1224e-4 & C_{04} &= 7.3823e-6 \\ C_{20} &= -6.3660e-3 & C_{21} &= 1.0528e-4 & C_{22} &= -7.8242e-6 \\ C_{40} &= -1.5287e-6 \end{aligned}$$

【0171】

\* \* 【外10】

## R9面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -5.0330e-4 & C_{03} &= 3.8280e-4 & C_{04} &= -1.2474e-5 \\ C_{20} &= -7.9714e-4 & C_{21} &= 1.2684e-4 & C_{22} &= -2.8871e-5 \\ C_{40} &= -5.9100e-6 \end{aligned}$$

【0172】

【外11】

## 第12の実施例

i	Yi	Zi	$\theta_i$	Di	N <sub>di</sub>	有効寸法(X*Y)	物体面(原稿面)
1	0.00	-234.47	0.0	234.47	1.		透過面
2	0.00	0.00	0.0	5.00	1.	26.5*9.3	反射面
3	0.00	5.00	-45.0	10.50	1.	22.1*13.3	反射面
4	10.50	5.00	45.0	5.00	1.	15.0*11.1	反射面
5	10.50	10.00	0.0	5.00	1.	9.8*8.2	透過面(絞り)
6	10.50	15.00	45.0	9.00	1.	12.8*11.8	反射面
7	1.50	15.00	-45.0	7.50	1.	17.2*8.6	反射面
8	1.50	22.50	45.0	5.00	1.	24.1*7.4	反射面
9	-3.50	22.50	0.0	15.53	1.	26.9*4.0	透過面
10	-19.03	22.50					像面(センサー面)
							非球面形状

## R3面

$$\begin{aligned}
 C_{02} &= -4.0198e-3 & C_{03} &= -4.3312e-5 & C_{04} &= 1.6186e-6 \\
 C_{05} &= -2.0989e-8 & C_{06} &= 8.9768e-9 & C_{20} &= 2.8439e-4 \\
 C_{21} &= -1.5619e-4 & C_{22} &= 2.2172e-6 & C_{23} &= 2.2829e-7 \\
 C_{24} &= 3.9202e-8 & C_{40} &= 4.0661e-6 & C_{41} &= 1.4412e-7 \\
 C_{42} &= 2.2936e-8 & C_{80} &= 5.7706e-10 & &
 \end{aligned}$$

## R4面

$$\begin{aligned}
 C_{02} &= -5.4117e-3 & C_{03} &= -7.3877e-5 & C_{04} &= 1.0743e-5 \\
 C_{05} &= -2.4521e-8 & C_{06} &= 1.1018e-8 & C_{20} &= 5.2872e-3 \\
 C_{21} &= -2.7535e-4 & C_{22} &= -5.4940e-6 & C_{23} &= 8.5892e-8 \\
 C_{24} &= 3.7137e-8 & C_{40} &= -5.9045e-7 & C_{41} &= 9.1078e-8 \\
 C_{42} &= 2.8573e-8 & C_{80} &= 1.3710e-9 & &
 \end{aligned}$$

## R6面

$$\begin{aligned}
 C_{02} &= -6.3295e-3 & C_{03} &= 2.7750e-5 & C_{04} &= 4.7126e-6 \\
 C_{05} &= -1.2480e-9 & C_{06} &= 4.0127e-9 & C_{20} &= -6.9688e-3 \\
 C_{21} &= 1.3190e-4 & C_{22} &= -1.0478e-5 & C_{23} &= -3.2445e-7 \\
 C_{24} &= -2.8006e-10 & C_{40} &= -6.3309e-6 & C_{41} &= -1.9653e-7 \\
 C_{42} &= -3.5731e-9 & C_{80} &= -1.6195e-8 & &
 \end{aligned}$$

【0173】

\* \* 【外12】

## R7面

$$\begin{aligned}
 C_{02} &= -2.3617e-3 & C_{03} &= -3.0217e-4 & C_{04} &= 4.2638e-6 \\
 C_{05} &= 4.3632e-7 & C_{06} &= -2.5691e-8 & C_{20} &= -4.1060e-3 \\
 C_{21} &= 2.8981e-4 & C_{22} &= -1.3951e-5 & C_{23} &= -4.2753e-7 \\
 C_{24} &= 7.0819e-9 & C_{40} &= -1.1548e-5 & C_{41} &= 2.7378e-7 \\
 C_{42} &= 2.6827e-8 & C_{80} &= -5.3341e-8 & &
 \end{aligned}$$

## R8面

$$\begin{aligned}
 C_{02} &= -3.0337e-3 & C_{03} &= -4.9544e-4 & C_{04} &= 3.1402e-5 \\
 C_{05} &= 4.8603e-7 & C_{06} &= -2.9443e-7 & C_{20} &= -2.5940e-3 \\
 C_{21} &= -1.1772e-5 & C_{22} &= -1.2226e-5 & C_{23} &= -3.7638e-7 \\
 C_{24} &= 3.7445e-8 & C_{40} &= 6.4273e-7 & C_{41} &= 2.1664e-7 \\
 C_{42} &= 8.9223e-9 & C_{80} &= -1.2288e-8 & &
 \end{aligned}$$

【0174】

【外13】

## 第13の実施例

原稿読み取り巾	222,	結像倍率	-0.1653,
原稿側NA	0.0187,	$f_{eq}$	-37.69
i	$Y_i$	$Z_i$	$\theta_i$
1	0.00	-220.44	0.0
2	0.00	0.00	0.0
3	0.00	4.80	45.0
4	-9.10	4.80	-45.0
5	-9.10	9.40	0.0
6	-9.10	13.10	-45.0
7	-0.30	13.10	45.0
8	-0.30	20.60	45.0
9	-4.80	20.60	0.0
10	-24.40	20.60	0.0

非球面形状

## R3面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -5.4809e-3 & C_{03} &= 3.4337e-5 & C_{04} &= -3.6004e-6 \\ C_{05} &= 2.6877e-7 & C_{06} &= -2.4954e-8 & C_{20} &= -1.9618e-3 \\ C_{21} &= 5.1735e-5 & C_{22} &= 3.6712e-6 & C_{23} &= -1.6683e-8 \\ C_{24} &= -2.2272e-8 & C_{40} &= 1.9458e-6 & C_{41} &= -1.2257e-7 \\ C_{42} &= 9.7772e-9 & C_{80} &= -2.9597e-9 \end{aligned}$$

## R4面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -6.4075e-3 & C_{03} &= 5.6236e-5 & C_{04} &= -1.1591e-5 \\ C_{05} &= 1.1804e-6 & C_{06} &= -1.4678e-7 & C_{20} &= 1.5647e-3 \\ C_{21} &= 1.2100e-4 & C_{22} &= 1.0886e-5 & C_{23} &= -7.7632e-8 \\ C_{24} &= -7.7304e-8 & C_{40} &= -2.2614e-6 & C_{41} &= 5.2751e-7 \\ C_{42} &= 6.0420e-8 & C_{80} &= -1.8242e-8 \end{aligned}$$

## R6面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -2.5558e-3 & C_{03} &= -9.2337e-6 & C_{04} &= -1.0277e-5 \\ C_{05} &= 1.2682e-6 & C_{06} &= 3.1807e-7 & C_{20} &= -4.5515e-3 \\ C_{21} &= -1.1623e-4 & C_{22} &= 2.5157e-5 & C_{23} &= 1.4727e-6 \\ C_{24} &= -3.7813e-8 & C_{40} &= -6.2042e-6 & C_{41} &= 5.0551e-7 \\ C_{42} &= -2.1435e-7 & C_{80} &= -2.8678e-9 \end{aligned}$$

【0175】

\* \* 【外14】

## R7面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -1.6417e-3 & C_{03} &= -1.6584e-4 & C_{04} &= -4.9779e-5 \\ C_{05} &= -6.6672e-7 & C_{06} &= 3.5971e-7 & C_{20} &= 5.8301e-4 \\ C_{21} &= -3.4856e-4 & C_{22} &= 1.3360e-5 & C_{23} &= 2.5606e-6 \\ C_{24} &= 7.2100e-8 & C_{40} &= -3.4302e-6 & C_{41} &= 8.9415e-7 \\ C_{42} &= -3.5448e-8 & C_{80} &= -9.6893e-9 \end{aligned}$$

## R8面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -6.2829e-3 & C_{03} &= -7.2993e-5 & C_{04} &= -3.6153e-5 \\ C_{05} &= -8.4251e-7 & C_{06} &= -1.1745e-7 & C_{20} &= -4.3172e-3 \\ C_{21} &= -2.2609e-4 & C_{22} &= -1.0428e-5 & C_{23} &= 9.3647e-7 \\ C_{24} &= 1.5891e-7 & C_{40} &= 4.3128e-6 & C_{41} &= 4.2867e-7 \\ C_{42} &= 3.4859e-8 & C_{80} &= -3.8820e-9 \end{aligned}$$

【0176】

【外15】

## 第14の実施例

原稿読み取り巾 222, 原稿側NA 0.0187, $f_{eq}$ 39.96				結像倍率 -0.1653,		
i	$Y_i$	$Z_i$	$\theta_i$	$D_i$	$N_{di}$ 有効寸法(X*Y)	
1	0.00	205.31	0.0	205.31	1.	物体面(原稿面)
2	0.00	0.00	0.0	4.50	1. 31.65*8.33	透過面
3	0.00	4.50	45.0	8.80	1. 28.04*12.02	反射面
4	-8.80	4.50	45.0	7.50	1. 18.81*8.41	反射面
5	-8.80	-3.00	-45.0	3.60	1. 13.17*7.11	反射面
6	-12.40	-3.00	0.0	3.60	1. 9.08*5.06	透過面(絞り)
7	-16.00	-3.00	-45.0	7.20	1. 11.34*7.07	反射面
8	-16.00	4.20	45.0	5.00	1. 16.11*9.31	反射面
9	-21.00	4.20	0.0	19.93	1. 20.22*5.39	透過面
10	-40.93	4.20	4.20		1. 像面(センサー面)	

非球面形状

## R3面

$$\begin{aligned}
 C_{02} &= -7.7942e-3 & C_{03} &= 1.5340e-4 & C_{04} &= -7.6742e-6 \\
 C_{05} &= 3.2773e-7 & C_{06} &= 1.0105e-8 & C_{20} &= -1.0191e-3 \\
 C_{21} &= 6.2260e-5 & C_{22} &= -9.2241e-7 & C_{23} &= -3.0462e-8 \\
 C_{24} &= -8.8061e-10 & C_{40} &= 2.0586e-6 & C_{41} &= -1.3894e-7 \\
 C_{42} &= 8.3907e-9 & C_{80} &= -2.4566e-9 & &
 \end{aligned}$$

## R4面

$$\begin{aligned}
 C_{02} &= -7.2728e-3 & C_{03} &= -4.2030e-4 & C_{04} &= -2.0491e-5 \\
 C_{05} &= -4.8447e-7 & C_{06} &= -9.7181e-8 & C_{20} &= -9.2280e-4 \\
 C_{21} &= 3.2208e-4 & C_{22} &= 8.2382e-6 & C_{23} &= -2.5361e-6 \\
 C_{24} &= -3.8347e-7 & C_{40} &= -6.7741e-6 & C_{41} &= -3.9460e-7 \\
 C_{42} &= -8.1632e-8 & C_{80} &= -1.0713e-8 & &
 \end{aligned}$$

## R5面

$$\begin{aligned}
 C_{02} &= 3.1883e-3 & C_{03} &= -6.1203e-4 & C_{04} &= 3.8105e-5 \\
 C_{05} &= -2.7815e-6 & C_{06} &= -3.0068e-6 & C_{20} &= -6.3341e-3 \\
 C_{21} &= 4.8749e-4 & C_{22} &= 2.9794e-5 & C_{23} &= 1.0729e-6 \\
 C_{24} &= -1.0564e-7 & C_{40} &= -6.1451e-6 & C_{41} &= 9.1215e-7 \\
 C_{42} &= 7.5611e-8 & C_{80} &= 2.1232e-8 & &
 \end{aligned}$$

【0177】

\* \* 【外16】

## R7面

$$\begin{aligned}
 C_{02} &= -8.5808e-3 & C_{03} &= -4.5399e-4 & C_{04} &= -1.1286e-5 \\
 C_{05} &= -1.5372e-5 & C_{06} &= -1.5145e-6 & C_{20} &= 6.6006e-3 \\
 C_{21} &= 2.2227e-4 & C_{22} &= 3.3610e-5 & C_{23} &= 2.7141e-6 \\
 C_{24} &= -4.5924e-9 & C_{40} &= 4.0853e-6 & C_{41} &= 9.0088e-7 \\
 C_{42} &= 1.8614e-7 & C_{80} &= -6.3950e-8 & &
 \end{aligned}$$

## R8面

$$\begin{aligned}
 C_{02} &= -1.3035e-2 & C_{03} &= -1.2855e-4 & C_{04} &= -7.7104e-6 \\
 C_{05} &= -2.9888e-6 & C_{06} &= 3.1345e-7 & C_{20} &= 1.5832e-3 \\
 C_{21} &= 1.3213e-4 & C_{22} &= 6.4279e-6 & C_{23} &= 1.1227e-7 \\
 C_{24} &= -5.6333e-8 & C_{40} &= 1.1344e-5 & C_{41} &= 1.1861e-6 \\
 C_{42} &= 1.0745e-7 & C_{80} &= -1.9480e-8 & &
 \end{aligned}$$

【0178】

【外17】

## 第15の実施例

原稿読み取り巾	222,	結像倍率	-0.1653,
原稿側NA	0.0187,	$f_{eq}$	37.55
i	$Y_i$	$Z_i$	$\theta_i$
1	0.00	-210.46	0.0
2	0.00	0.00	0.0
3	0.00	5.00	45.0
4	-9.50	5.00	45.0
5	-9.50	-4.00	-45.0
6	-14.50	-4.00	0.0
7	-19.00	-4.00	-45.0
8	-19.00	4.50	45.0
9	-26.50	4.50	45.0
10	-26.50	-1.50	0.0
11	-26.50	-16.04	
			N <sub>di</sub> 有効寸法(X*Y)
			1. 物体面(原稿面)
			2. 透過面
			3. 反射面
			4. 反射面
			5. 反射面(絞り)
			6. 透過面
			7. 反射面
			8. 透過面
			9. 像面(センサー面)

非球面形状

## R3面

$$\begin{aligned}
 C_{02} &= -3.9738e-3 & C_{03} &= 1.6304e-4 & C_{04} &= -9.0512e-6 \\
 C_{05} &= 4.8201e-7 & C_{06} &= -9.1019e-9 & C_{20} &= -2.0427e-3 \\
 C_{21} &= 5.8600e-5 & C_{22} &= -1.3077e-6 & C_{23} &= -8.2015e-8 \\
 C_{24} &= 2.1265e-9 & C_{40} &= 4.6160e-7 & C_{41} &= -5.6157e-8 \\
 C_{42} &= 3.0888e-9 & C_{60} &= -3.8991e-10 & &
 \end{aligned}$$

## R4面

$$\begin{aligned}
 C_{02} &= -2.4559e-3 & C_{03} &= 2.3458e-4 & C_{04} &= -4.8400e-6 \\
 C_{05} &= -5.9899e-7 & C_{06} &= 1.8301e-8 & C_{20} &= 1.4498e-3 \\
 C_{21} &= 1.5853e-4 & C_{22} &= 8.3292e-6 & C_{23} &= -6.0265e-7 \\
 C_{24} &= -8.1035e-8 & C_{40} &= -1.3827e-6 & C_{41} &= -2.4613e-7 \\
 C_{42} &= -2.2512e-8 & C_{60} &= 1.7109e-9 & &
 \end{aligned}$$

## R5面

$$\begin{aligned}
 C_{02} &= 9.3479e-4 & C_{03} &= 6.3740e-5 & C_{04} &= 1.5280e-5 \\
 C_{05} &= -1.0233e-6 & C_{06} &= -2.1499e-7 & C_{20} &= -2.4899e-3 \\
 C_{21} &= 7.1857e-5 & C_{22} &= 2.5366e-5 & C_{23} &= 8.7311e-7 \\
 C_{24} &= -1.0984e-7 & C_{40} &= 1.0442e-6 & C_{41} &= 4.7624e-7 \\
 C_{42} &= 3.0322e-8 & C_{60} &= 1.0869e-8 & &
 \end{aligned}$$

【0179】

\* \* 【外18】

## R7面

$$\begin{aligned}
 C_{02} &= -1.3077e-3 & C_{03} &= -9.5358e-6 & C_{04} &= 1.1644e-6 \\
 C_{05} &= 4.6743e-7 & C_{06} &= -2.1897e-7 & C_{20} &= -6.2673e-4 \\
 C_{21} &= -9.9277e-5 & C_{22} &= 1.1316e-5 & C_{23} &= 9.8104e-8 \\
 C_{24} &= -1.0288e-7 & C_{40} &= 5.8473e-6 & C_{41} &= 3.7217e-7 \\
 C_{42} &= 6.2029e-8 & C_{60} &= -1.1077e-8 & &
 \end{aligned}$$

## R8面

$$\begin{aligned}
 C_{02} &= -6.9421e-3 & C_{03} &= 4.5103e-5 & C_{04} &= -8.8717e-6 \\
 C_{05} &= 5.3705e-7 & C_{06} &= -2.0675e-8 & C_{20} &= -5.6496e-3 \\
 C_{21} &= -8.7333e-5 & C_{22} &= -8.6811e-7 & C_{23} &= -1.1882e-6 \\
 C_{24} &= 1.2747e-8 & C_{40} &= 2.6056e-6 & C_{41} &= 2.4906e-7 \\
 C_{42} &= 2.0119e-8 & C_{60} &= 3.0389e-9 & &
 \end{aligned}$$

## R9面

$$\begin{aligned}
 C_{02} &= 2.2767e-4 & C_{03} &= 7.4454e-5 & C_{04} &= -5.2296e-6 \\
 C_{05} &= -2.9920e-7 & C_{06} &= 5.3685e-8 & C_{20} &= 3.5672e-3 \\
 C_{21} &= -2.9519e-5 & C_{22} &= -3.1213e-6 & C_{23} &= -1.0428e-6 \\
 C_{24} &= 1.3648e-7 & C_{40} &= -2.3563e-6 & C_{41} &= 1.9318e-7 \\
 C_{42} &= -1.6040e-8 & C_{60} &= 5.8956e-10 & &
 \end{aligned}$$

【0180】

【外19】

## 第16の実施例

原稿読み取り巾 222, 結像倍率 -0.1653,  
原稿側NA 0.0187,  $f_{eq}$  -43.13

i	Yi	Zi	$\theta_i$	Di	N <sub>di</sub>	有効寸法(X*Y)	
1	0.00	-239.61	0.0	239.61	1.		物体面(原稿面)
2	0.00	0.00	0.0	5.00	1.	37.4*9.81	透過面
3	0.00	5.00	45.0	10.30	1.	34.57*14.31	反射面
4	-10.30	5.00	45.0	10.00	1.	23.88*10.99	反射面
5	-10.30	-5.00	-45.0	5.50	1.	16.08*9.26	反射面
6	-15.80	-5.00	0.0	6.00	1.	9.78*6.47	透過面(絞り)
7	-21.80	-5.00	-45.0	9.00	1.	13.96*9.07	反射面
8	-21.80	4.00	45.0	8.00	1.	20.74*8.98	反射面
9	-29.80	4.00	-45.0	6.00	1.	24.27*6.20	反射面
10	-29.80	10.00	0.0	10.39	1.	28.99*2.49	透過面
11	-29.80	20.39			1.		像面(センサー面)

非球面形状

## R3面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -4.8976e-3 & C_{03} &= 1.5273e-4 & C_{04} &= -1.0530e-5 \\ C_{05} &= 3.6681e-7 & C_{06} &= -2.8231e-9 & C_{20} &= -1.9499e-3 \\ C_{21} &= 5.0580e-5 & C_{22} &= -8.2125e-7 & C_{23} &= 3.0451e-8 \\ C_{24} &= -4.1110e-10 & C_{40} &= 8.7459e-7 & C_{41} &= -1.7593e-8 \\ C_{42} &= -3.2845e-10 & C_{80} &= 8.5468e-11 & \end{aligned}$$

## R4面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -3.7198e-3 & C_{03} &= 2.0137e-4 & C_{04} &= -1.3162e-5 \\ C_{05} &= -1.5142e-6 & C_{06} &= 2.9707e-8 & C_{20} &= 3.2871e-4 \\ C_{21} &= 2.1569e-4 & C_{22} &= 3.8014e-6 & C_{23} &= 2.2547e-7 \\ C_{24} &= 4.1087e-8 & C_{40} &= -3.4195e-6 & C_{41} &= 8.5940e-9 \\ C_{42} &= 2.1575e-9 & C_{80} &= -2.6763e-9 & \end{aligned}$$

## R5面

$$\begin{aligned} C_{02} &= 8.9718e-4 & C_{03} &= 5.5441e-5 & C_{04} &= 1.7587e-5 \\ C_{05} &= -8.9855e-7 & C_{06} &= -1.0873e-7 & C_{20} &= -4.5083e-3 \\ C_{21} &= 1.9520e-4 & C_{22} &= 1.6063e-5 & C_{23} &= 1.3767e-6 \\ C_{24} &= 7.1130e-8 & C_{40} &= -5.0059e-6 & C_{41} &= -1.1423e-7 \\ C_{42} &= -1.4689e-8 & C_{80} &= 2.2482e-9 & \end{aligned}$$

## 【0181】

## \* \* 【外20】

## R7面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -7.3920e-4 & C_{03} &= 2.8734e-5 & C_{04} &= 3.9706e-6 \\ C_{05} &= 5.2045e-7 & C_{06} &= -6.1714e-8 & C_{20} &= 1.4253e-3 \\ C_{21} &= -1.0230e-4 & C_{22} &= 1.0728e-6 & C_{23} &= 9.0333e-7 \\ C_{24} &= -1.0870e-7 & C_{40} &= -4.7496e-6 & C_{41} &= -3.4478e-7 \\ C_{42} &= 1.4200e-8 & C_{80} &= -2.8621e-9 & \end{aligned}$$

## R8面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -7.1121e-3 & C_{03} &= 3.1998e-5 & C_{04} &= -1.0329e-5 \\ C_{05} &= -6.1094e-7 & C_{06} &= 1.4211e-7 & C_{20} &= -5.8559e-3 \\ C_{21} &= -1.4938e-4 & C_{22} &= -9.6136e-6 & C_{23} &= 5.3107e-7 \\ C_{24} &= -2.5542e-7 & C_{40} &= -1.7990e-6 & C_{41} &= 1.3608e-7 \\ C_{42} &= 2.5650e-8 & C_{80} &= 1.0580e-8 & \end{aligned}$$

## R9面

$$\begin{aligned} C_{02} &= -7.3487e-4 & C_{03} &= 2.4984e-6 & C_{04} &= -9.0385e-6 \\ C_{05} &= -2.8895e-6 & C_{06} &= 7.8261e-7 & C_{20} &= -3.0120e-3 \\ C_{21} &= -6.6311e-5 & C_{22} &= -1.6804e-5 & C_{23} &= 1.5172e-6 \\ C_{24} &= -4.4455e-7 & C_{40} &= -5.2507e-6 & C_{41} &= 2.1385e-8 \\ C_{42} &= 9.5273e-9 & C_{80} &= 1.7378e-8 & \end{aligned}$$

## 【0182】

## 【外21】

## 第17の実施例

原稿読み取り巾	305,	結像倍率	-0.22028,
原稿側NA	0.0201,	$f_{eq}$	49.00
i	Y <sub>i</sub>	Z <sub>i</sub>	$\theta_i$
1	0.00	-199.00	0.0
2	0.00	-195.00	0.0
3	0.00	0.00	0.0
4	0.00	10.00	45.0
5	-10.00	10.00	-45.0
6	-10.00	-2.00	-45.0
7	-16.00	-2.00	0.0
8	-21.00	-2.00	-45.0
9	-21.00	-12.00	-45.0
10	-32.50	-12.00	45.0
11	-32.50	-2.00	0.0
12	-32.50	-1.30	0.0
13	-32.50	18.40	

非球面形状

## R4面

$C_{02}=-4.6370e-3$	$C_{03}=4.7956e-5$	$C_{04}=-3.8778e-7$
$C_{05}=-2.6373e-8$	$C_{06}=-4.1368e-10$	$C_{20}=-2.2522e-3$
$C_{21}=4.6045e-5$	$C_{22}=-6.4075e-7$	$C_{23}=-3.6626e-9$
$C_{24}=9.5021e-10$	$C_{40}=8.0691e-8$	$C_{41}=-1.2313e-9$
$C_{42}=-1.0275e-10$	$C_{80}=-4.4066e-12$	

## R5面

$C_{02}=-7.9557e-3$	$C_{03}=-1.9354e-5$	$C_{04}=-1.7661e-7$
$C_{05}=-2.7155e-7$	$C_{06}=-1.7098e-8$	$C_{20}=-2.9139e-3$
$C_{21}=2.2513e-4$	$C_{22}=1.1500e-6$	$C_{23}=1.9226e-7$
$C_{24}=1.0393e-8$	$C_{40}=-3.1571e-6$	$C_{41}=2.1718e-10$
$C_{42}=-3.2272e-9$	$C_{80}=-2.2044e-10$	

## R6面

$C_{02}=-7.3984e-3$	$C_{03}=-8.9040e-5$	$C_{04}=-3.3142e-6$
$C_{05}=-1.1728e-7$	$C_{06}=-1.2995e-8$	$C_{20}=-1.0503e-2$
$C_{21}=4.4162e-5$	$C_{22}=-5.6571e-7$	$C_{23}=2.8155e-7$
$C_{24}=6.6068e-9$	$C_{40}=-1.7855e-6$	$C_{41}=-1.8879e-8$
$C_{42}=-3.4977e-10$	$C_{80}=-3.6874e-10$	

## 【0183】

## R8面

$C_{02}=-1.2363e-2$	$C_{03}=-2.3209e-4$	$C_{04}=-2.2229e-5$
$C_{05}=-3.5502e-7$	$C_{06}=-1.5995e-7$	$C_{20}=-1.2225e-2$
$C_{21}=5.9852e-5$	$C_{22}=-1.4608e-5$	$C_{23}=1.2372e-6$
$C_{24}=6.2157e-8$	$C_{40}=2.0029e-6$	$C_{41}=3.8246e-7$
$C_{42}=-2.3096e-8$	$C_{80}=-1.3092e-8$	

## R9面

$C_{02}=-7.9876e-3$	$C_{03}=2.8932e-5$	$C_{04}=-2.1422e-6$
$C_{05}=1.5135e-7$	$C_{06}=-2.6037e-9$	$C_{20}=-6.9135e-3$
$C_{21}=1.1755e-4$	$C_{22}=-1.7268e-6$	$C_{23}=2.3870e-7$
$C_{24}=-1.0577e-9$	$C_{40}=8.1403e-7$	$C_{41}=2.7851e-8$
$C_{42}=-1.6593e-9$	$C_{80}=-1.0464e-11$	

## R10面

$C_{02}=8.2240e-4$	$C_{03}=1.3187e-4$	$C_{04}=-6.7315e-6$
$C_{05}=2.9663e-7$	$C_{06}=-4.2567e-9$	$C_{20}=4.3524e-3$
$C_{21}=4.4682e-5$	$C_{22}=3.6473e-6$	$C_{23}=5.7219e-8$
$C_{24}=1.4368e-9$	$C_{40}=-7.9626e-7$	$C_{41}=-1.5383e-8$
$C_{42}=1.2792e-19$	$C_{80}=2.5752e-19$	

## 【0184】

【発明の効果】本発明によれば、高速性、高解像度が要求されるデジタル複写機など原稿読み取り系において、キヤリッジ一体型走査方式が容易に実現することができる原稿読み取り用結像光学系及びそれを用いた画像読み取

装置を達成することができる。

【0185】この他本発明によれば、デジタルカラー画像の読み取りにおいて、色収差がなくかつキヤリッジ一体型走査方式が容易に実現することができる原稿読み取り結像光学系及びそれを用いた画像読み取装置を達成する

ことができる。

【0186】この他本発明によれば、結像光学系をオフアキシャル反射面で構成しても非対称収差の発生が少なく光学性能が大きく劣化しない原稿読み取り結像光学系及びそれを用いた画像読み取り装置を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態1の要部外略図

【図2】本発明の画像読み取り装置の実施形態1の要部外略図

【図3】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態1の収差図

【図4】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態2の要部外略図

【図5】本発明の画像読み取り装置の実施形態2の要部外略図

【図6】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態2の収差図

【図7】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態3の要部外略図

【図8】本発明の画像読み取り装置の実施形態3の要部外略図

【図9】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態3の収差図

【図10】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態4の要部断面図

【図11】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態5の要部断面図

【図12】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態6の要部断面図

【図13】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態7の要部断面図

【図14】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態8の要部断面図

【図15】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態9の要部概略図

【図16】本発明の画像読み取り装置の実施形態9の要部概略図

【図17】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態10の要部概略図

【図18】本発明の画像読み取り装置の実施形態10の要部概略図

【図19】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態11の要部概略図

【図20】本発明の画像読み取り装置の実施形態11の要部概略図

【図21】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態12の要部概略図

【図22】本発明の画像読み取り装置の実施形態12の要部概略図

【図23】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態13の要部概略図

【図24】本発明の画像読み取り装置の実施形態13の要部概略図

【図25】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態14の要部概略図

【図26】本発明の画像読み取り装置の実施形態14の要部概略図

【図27】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態15の要部概略図

【図28】本発明の画像読み取り装置の実施形態15の要部概略図

【図29】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態16の要部概略図

【図30】本発明の画像読み取り装置の実施形態16の要部概略図

【図31】本発明に係る結像光学素子のオフアキシャル光学系の定義を説明する図

【図32】従来のキャリッジ一体型走査光学系の配置例を示す図

【図33】従来のカラー画像読み取り装置を説明する要部概略図

【図34】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態17の要部断面図

【図35】本発明の画像読み取り結像光学系の実施形態17の収差図

【図36】本発明の画像読み取り装置の実施形態17の要部概略図

【符号の説明】

1 照明光源

2 原稿台ガラス

3 a, 3 b, 3 c 反射ミラー

4 結像光学系

4 a ~ 4 k 結像光学素子

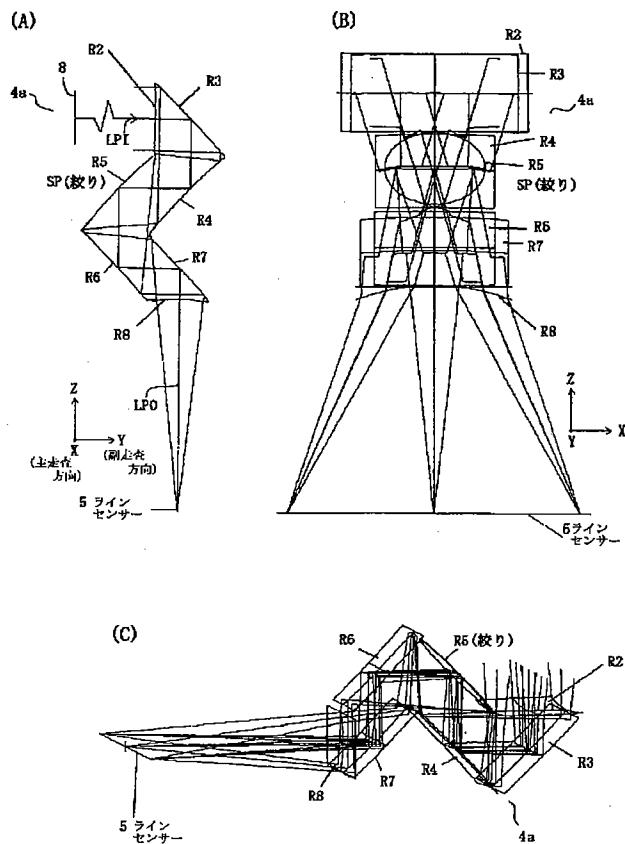
5 読取手段(ラインセンサー)

6 キャリッジ

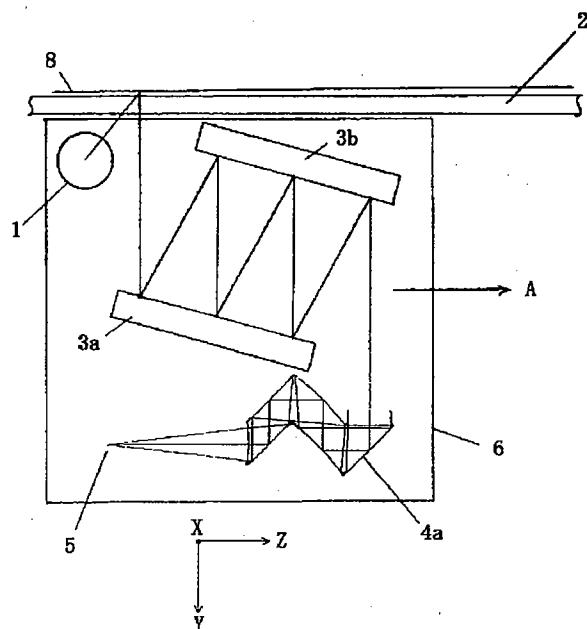
7 副走査モーター

8 原稿

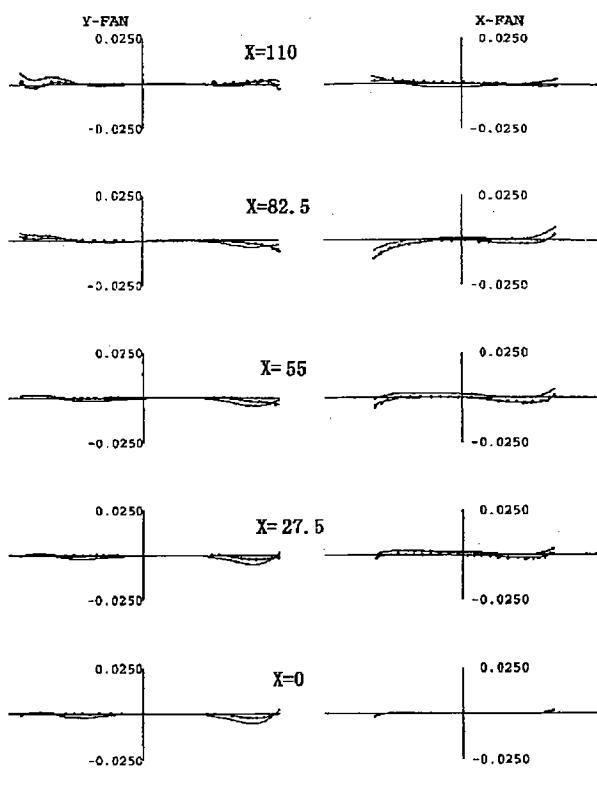
【図1】



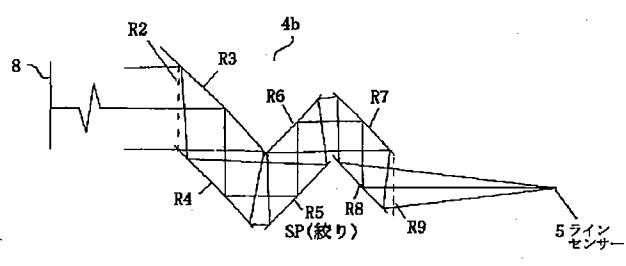
【図2】



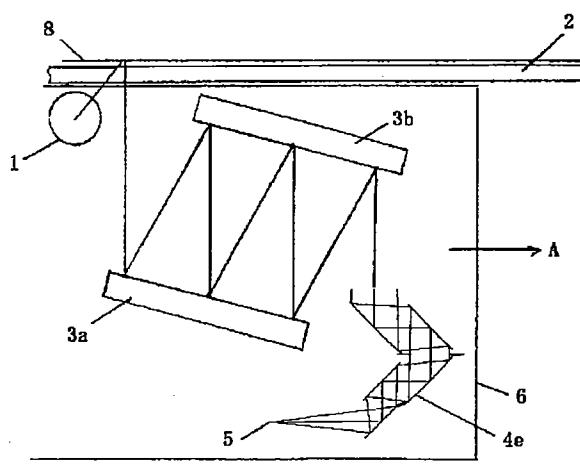
【図3】



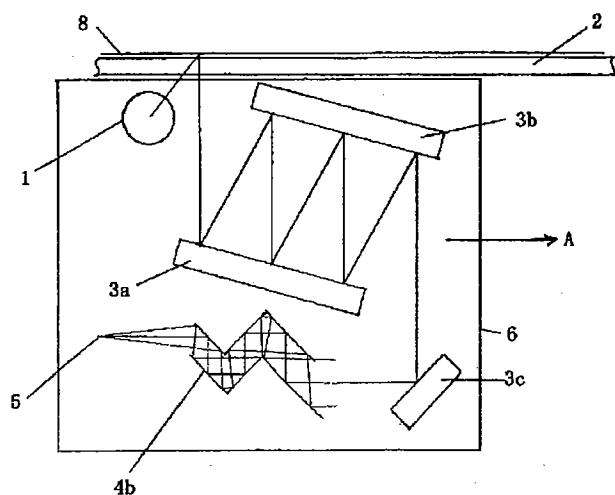
【図4】



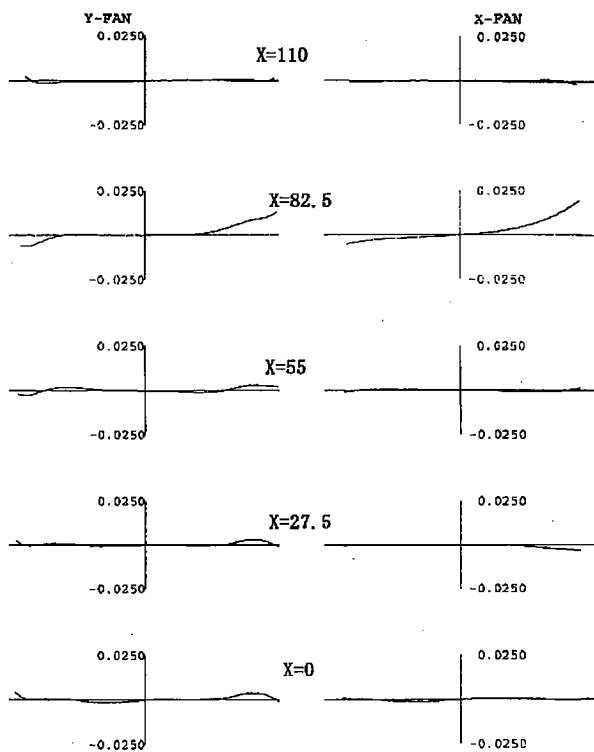
【図18】



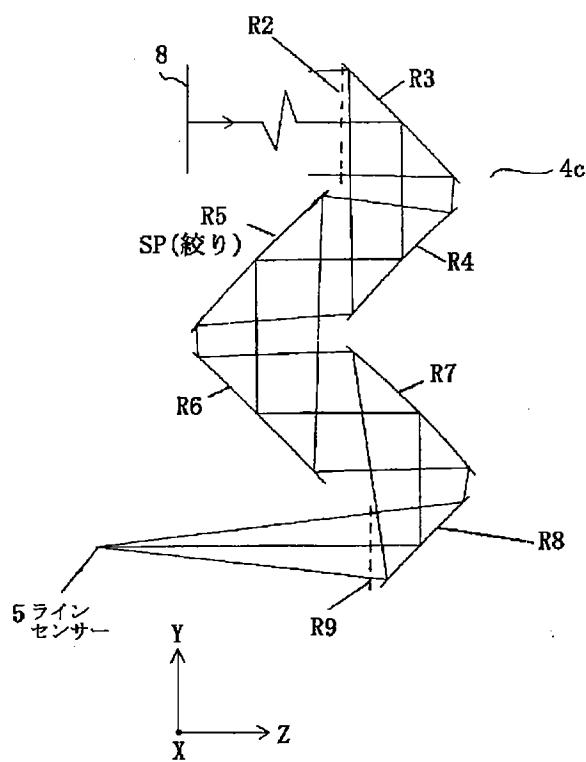
【図5】



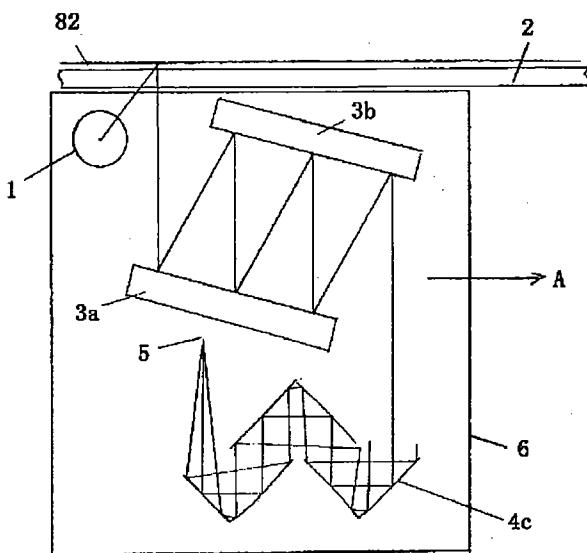
【図6】



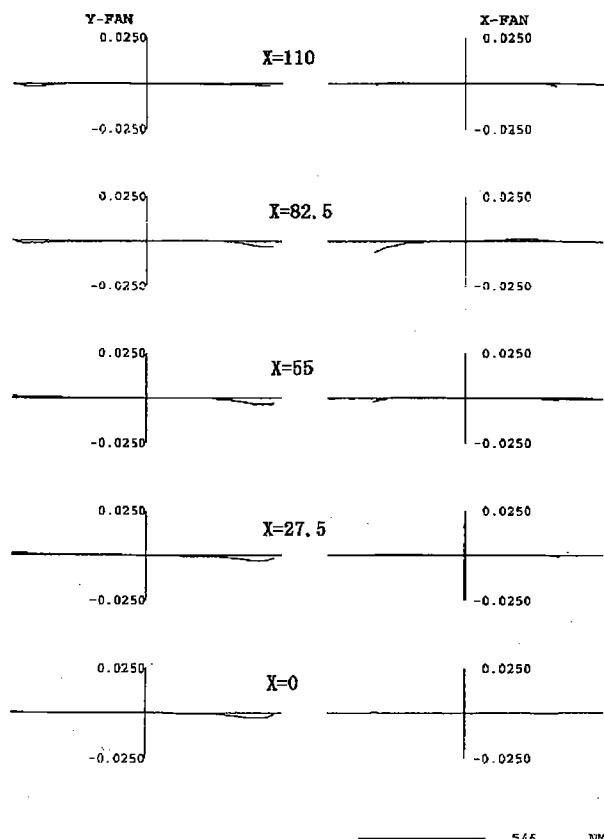
【図7】



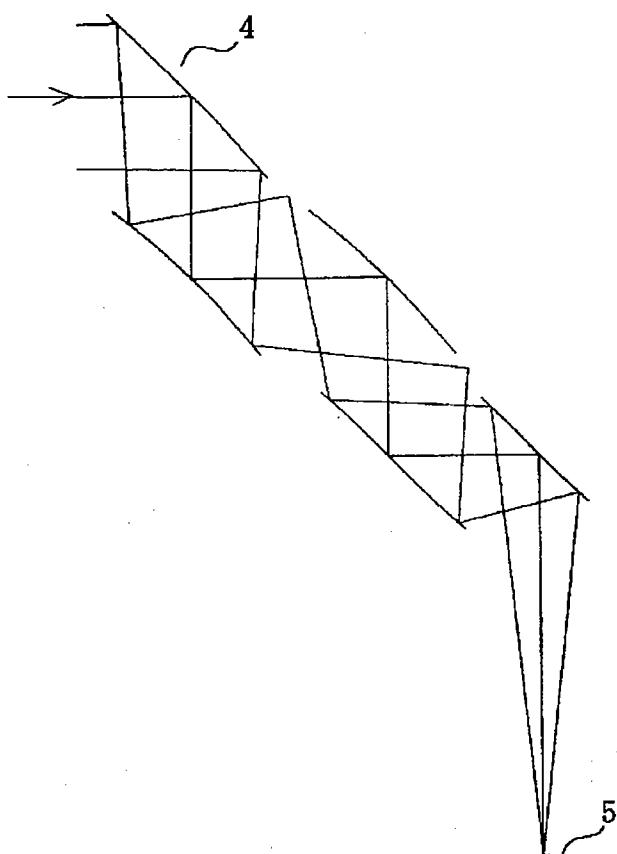
【図8】



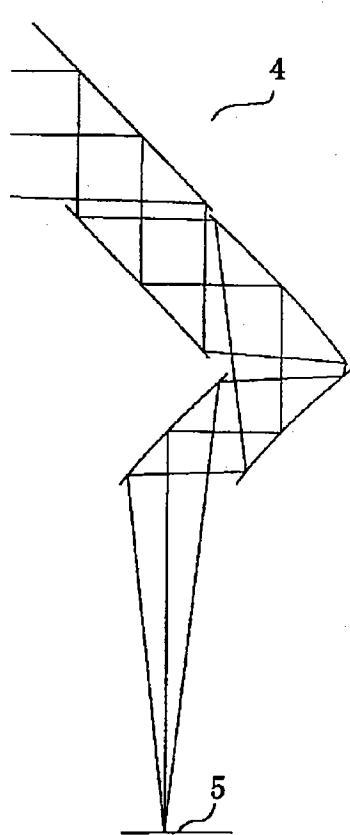
【図9】



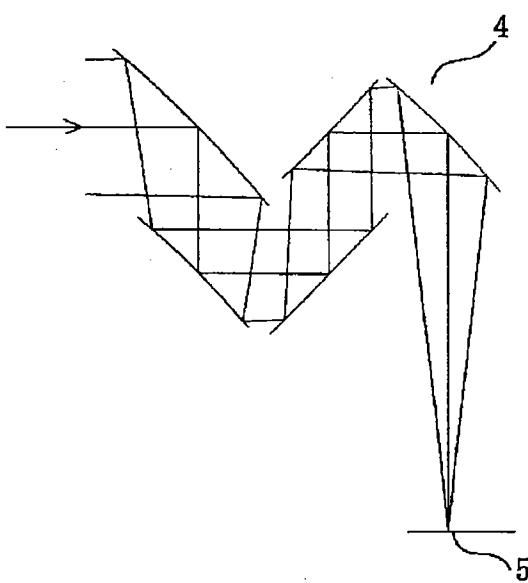
【図10】



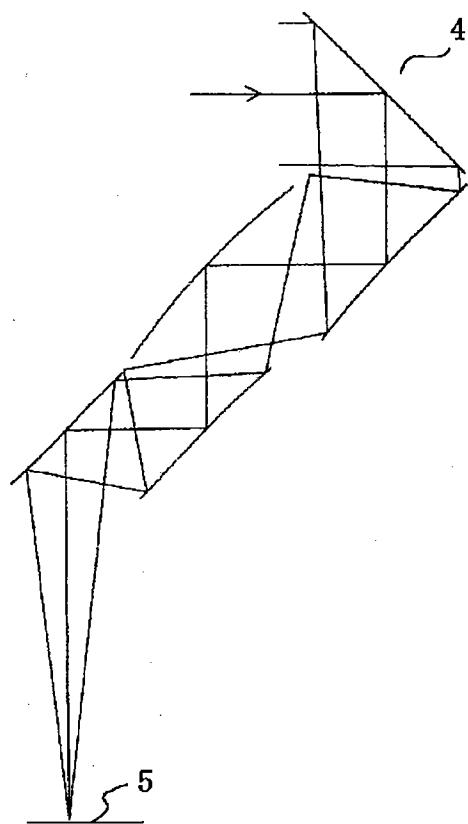
【図11】



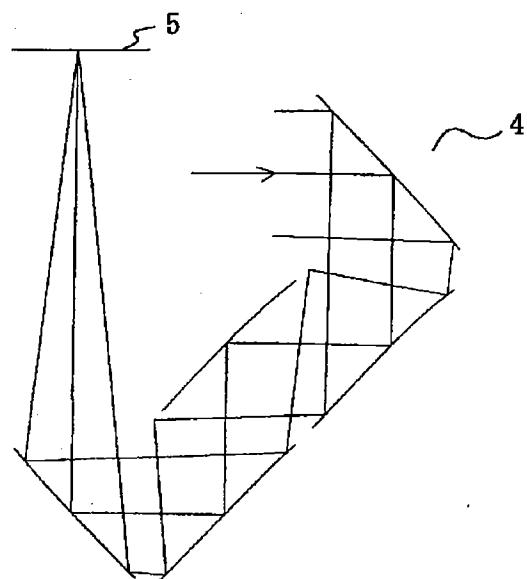
【図13】



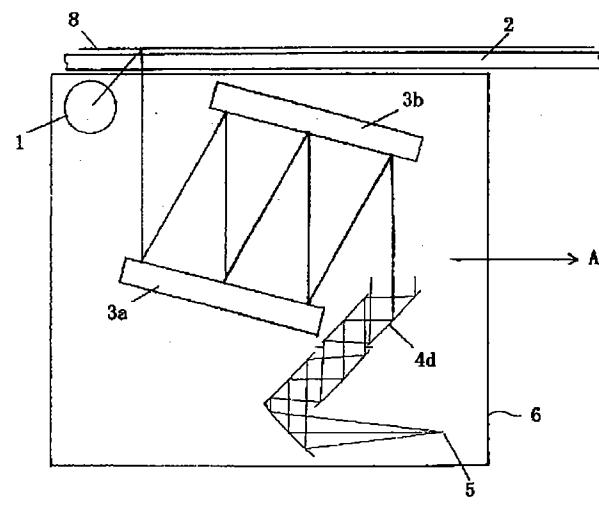
【図12】



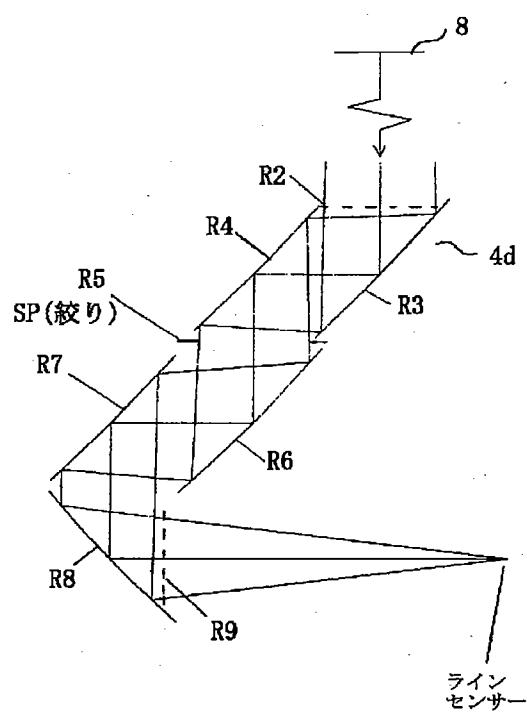
【図14】



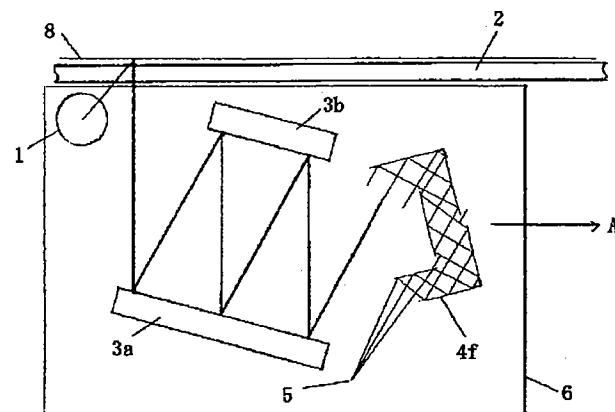
【図16】



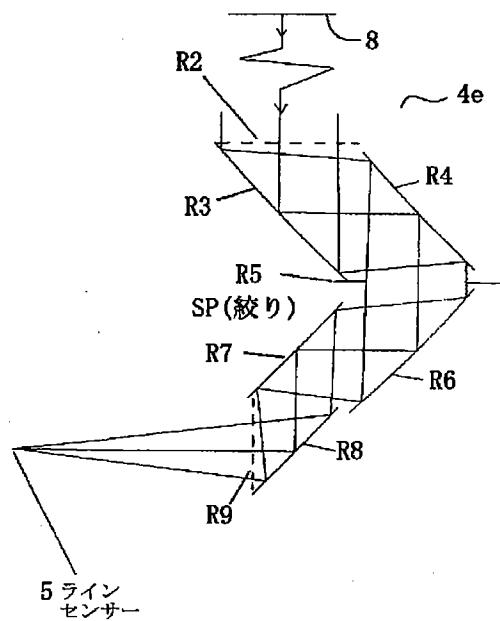
【図15】



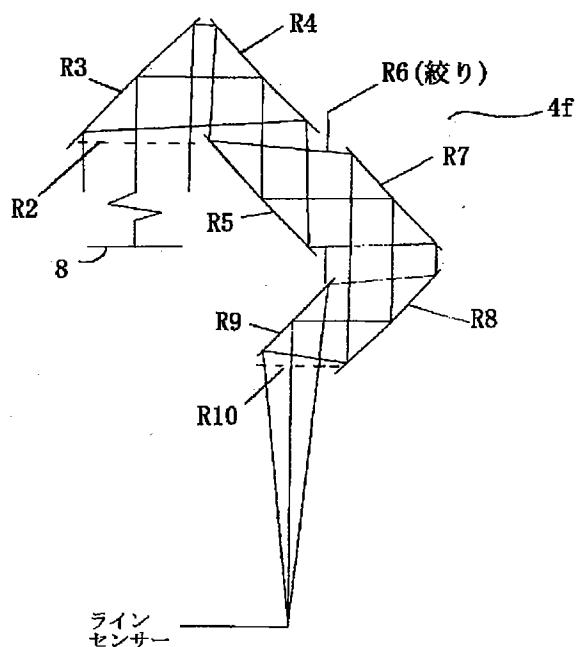
【図20】



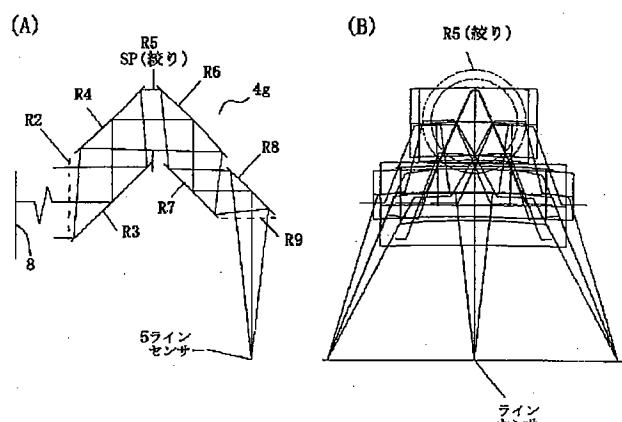
【図17】



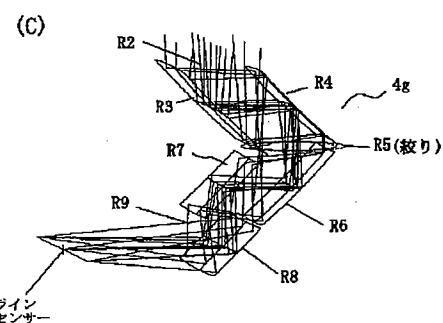
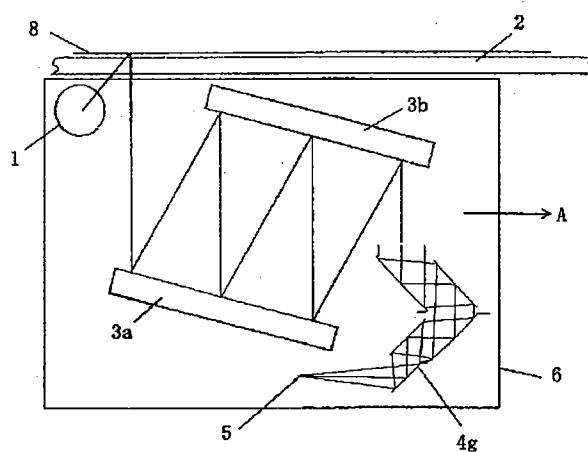
【図19】



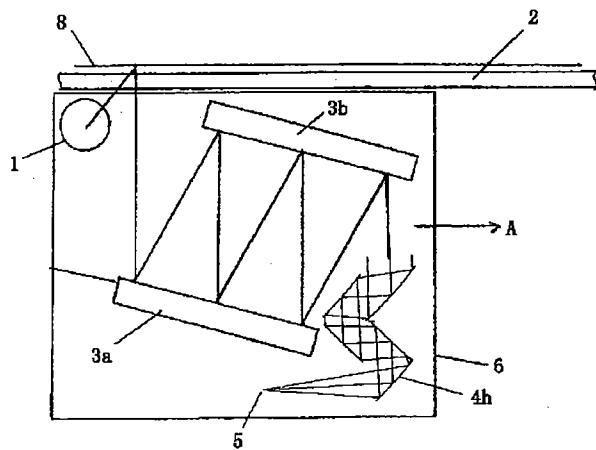
【図21】



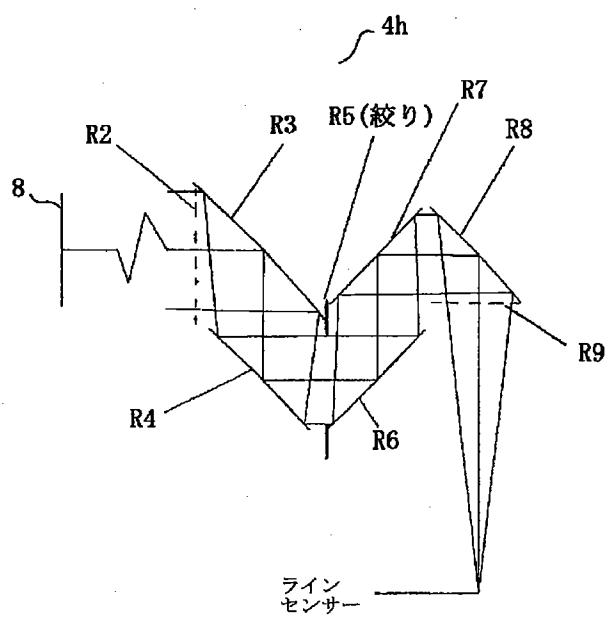
【図22】



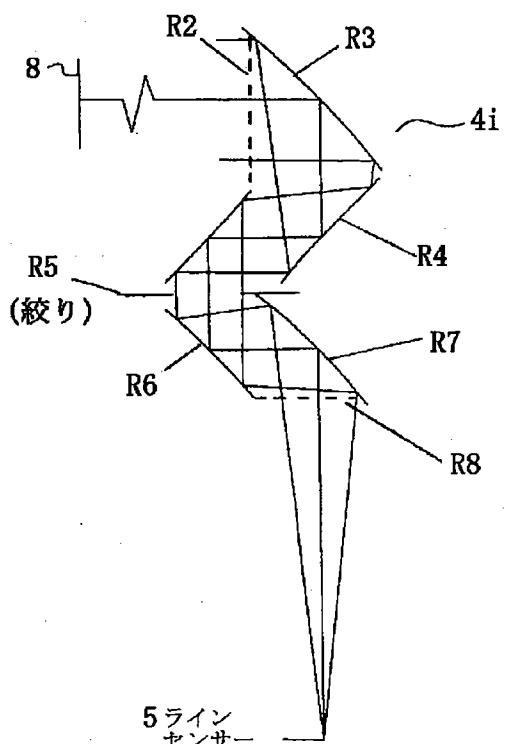
【図24】



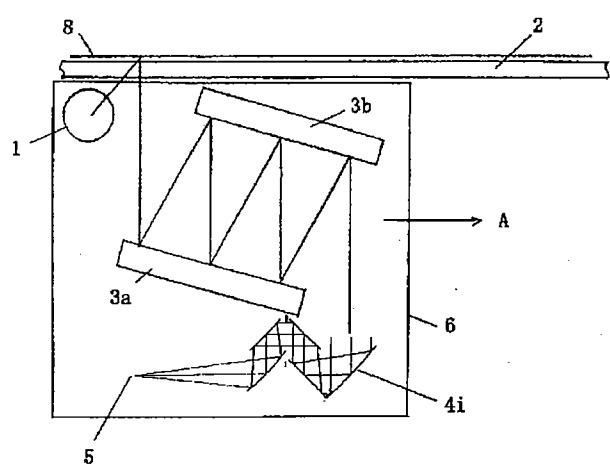
【図23】



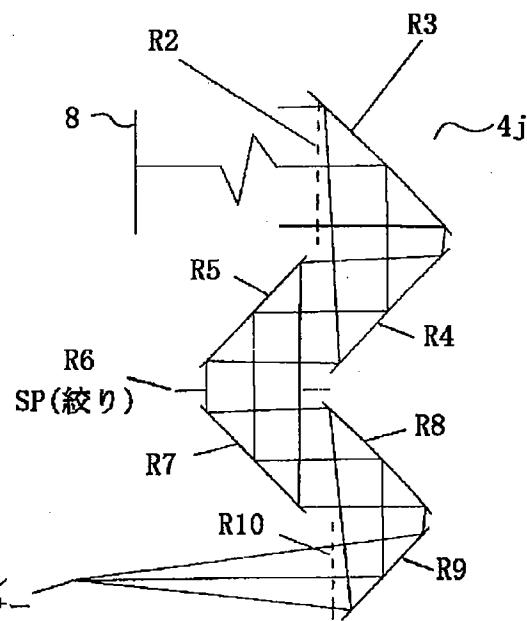
【図25】



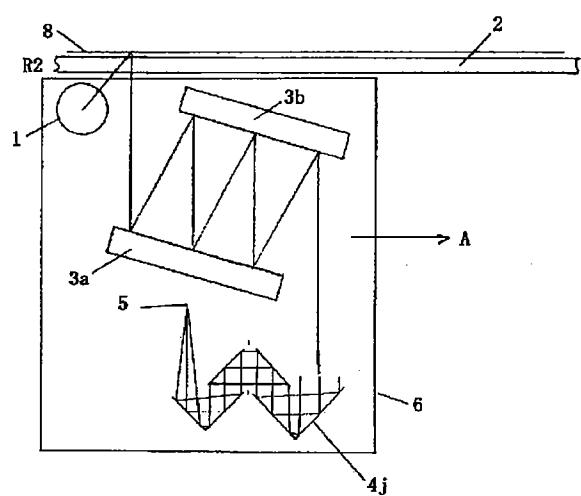
【図26】



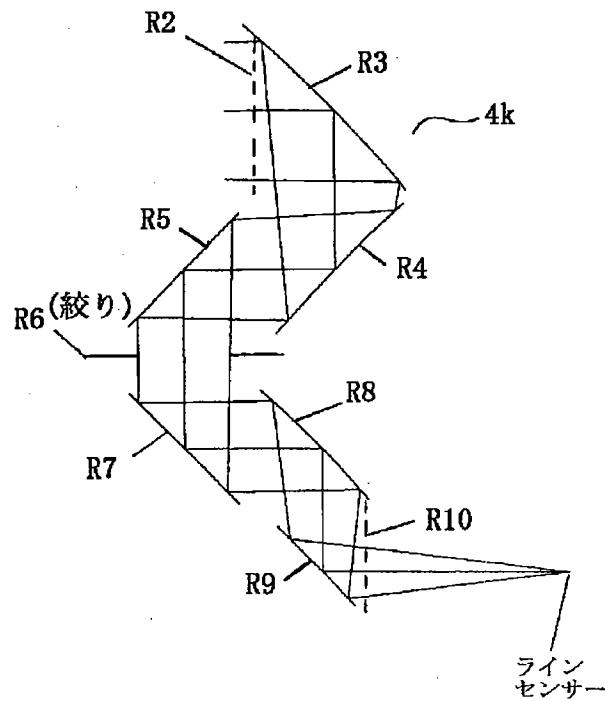
【図27】



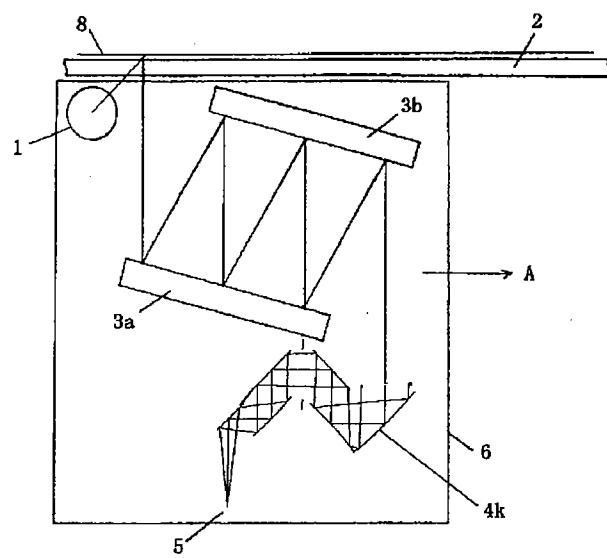
【図28】



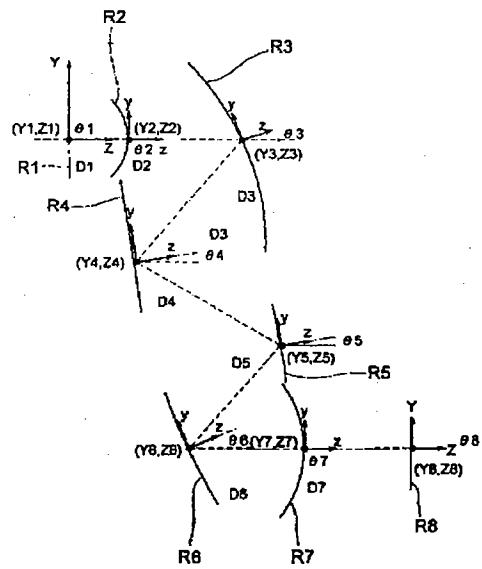
【図29】



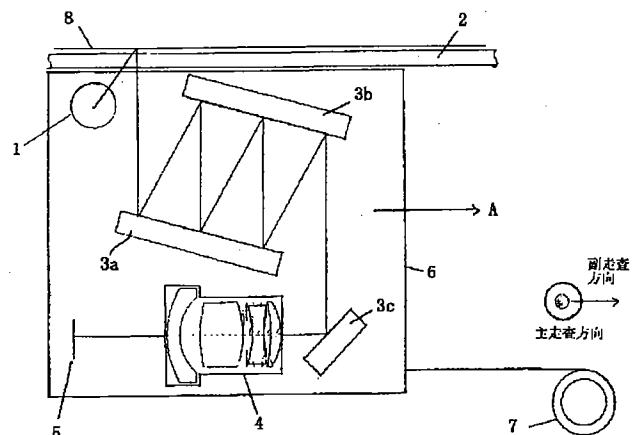
【図30】



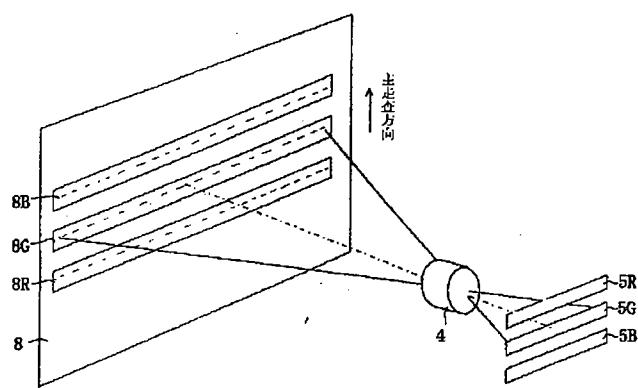
【図31】



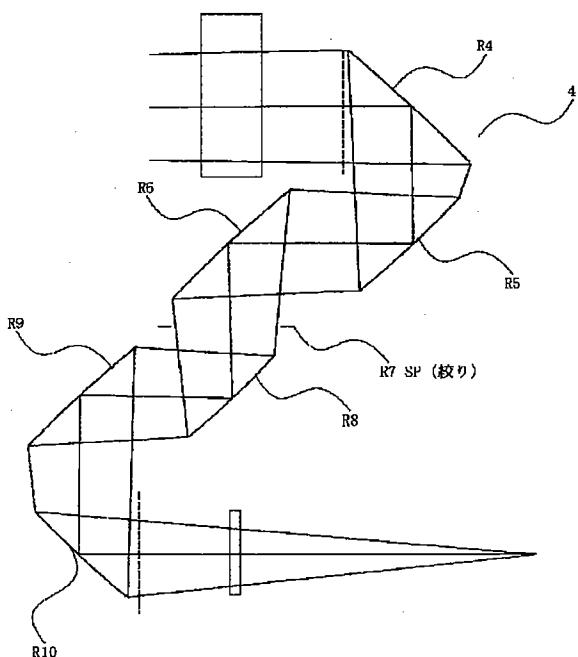
【図32】



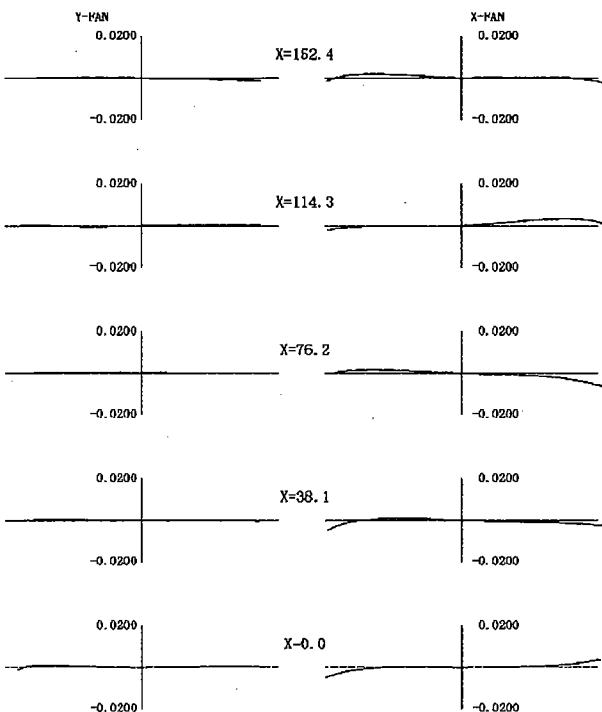
【図33】



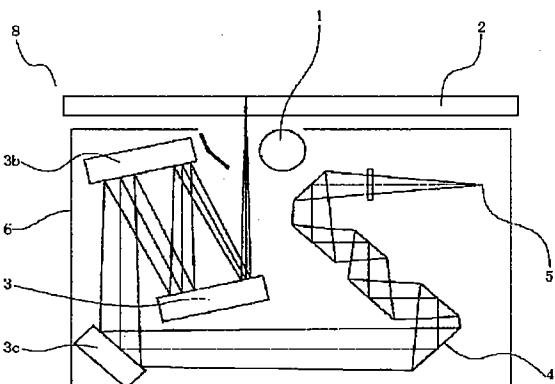
【図34】



【図35】



【図36】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

H 04 N 1/19

F I

H 04 N 1/04

テーマコード(参考)

D

F ターム(参考) 2H087 KA08 KA18 RA32 RA44 TA01  
TA02 TA065C051 AA01 BA03 DA03 DB01 DB22  
DB24 DB28 DC04 DC07 EA01  
FA015C072 AA01 BA02 CA02 DA02 DA04  
DA18 DA21 EA05 QA10 XA01